



UNIVERSIDAD DE CUENCA

FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y ADMINISTRATIVAS

CARRERA DE ECONOMÍA

**“RIESGO DE INSOSTENIBILIDAD FISCAL EN DESASTRES
NATURALES, UN CASO APLICADO A LA ECONOMÍA
ECUATORIANA. PERIODO 2000 – 2016”**

Artículo Académico previa a la
obtención del Título de Economista.

AUTORES:

Santiago Iván Castro Arteaga

C.I. 0105194856

Pablo Andrés Ortega Rivera

C.I 0105117659

DIRECTOR

Economista Juan Pablo Sarmiento Jara

C.I. 0102546553

CUENCA – ECUADOR

2018

Resumen

El objetivo del presente trabajo es analizar el riesgo de insostenibilidad fiscal de la economía ecuatoriana al presentarse desastres naturales, mediante la simulación de la trayectoria de la deuda pública en presencia de un desastre natural. Para este estudio, se utilizaron las variables que determinan la evolución del ratio de la deuda pública/PIB en datos trimestrales correspondientes al periodo 2000 – 2016; y las variables exógenas comprendidas por el crecimiento económico de EEUU y los registros de desastres naturales; estos datos se encuentran en la base del Centro de Investigación sobre la Epidemiología de Desastres. Para la simulación de la deuda pública se utilizó un modelo de Vectores Autoregresivos con variables exógenas (VAR-X), que permitirá simular diferentes escenarios negativos para las finanzas públicas del Ecuador, dada la ocurrencia de un desastre natural aleatorio; además, se incluye un apartado con la metodología de Fomby para la determinación de desastres de gran magnitud en el modelo. Los resultados, luego de realizar la simulación para el período 2017 – 2018, muestran que existiría un incremento en la trayectoria de la deuda pública sobre el PIB en un promedio de 2,54 puntos porcentuales al evidenciar un desastre natural, además de reducir el crecimiento económico después de tres periodos post-desastre. Es importante señalar que según los test planteados en la investigación, existe un incremento en el déficit fiscal, un incremento en la inflación y por supuesto un incremento en la tasa de interés de endeudamiento del Ecuador.

Clasificación JEL: O11, 040, Q54

Palabras clave: desastres naturales, insostenibilidad fiscal, modelo de variables exógenas, ratio deuda pública.

Abstract

The objective of this present work is to analyze the potential financial unsustainability to the Ecuadorian economy in the event of a natural disaster, by focusing on the trajectory of the public debt in light of said event. For the purpose of this study, the variables were set as the ratio of the public debt in relation to corresponding figures, Public/GPD, in each trimester during the 2000-2016 period. Additionally, this work took into account the exogenous variables due to the growth of the American economy and the registered natural disasters in that country. These figures can be found in the database of the Center of Investigation into the Epidemiological effects of natural disasters. For the simulation of the national debt a set of Autoregressive Vectors was used with exogenous variables (VAR-X). These variables allow for the simulation of various negative scenarios in regards to the public finances of Ecuador, given the occurrence of a random natural disaster. An apparatus utilizing the Fomby Method was implemented to determine the effect of grand natural disasters in the model. After implementing the simulation in the 2017-2018 period the results suggests that the national debt would increase over the GPD with an average of 2.54 points in the event of a natural disaster. It is important to note that within the parameters of the study there exists an increase in the national fiscal debt, an increase in inflation and of course an increase in the interest rate on indebtedness of the Ecuadorian government.

JEL Classification: O11, 040, Q54

Key Words: Natural dGisasters, fiscal unsustainability, exogenous variable model, public debt ratio.

Índice

Resumen	2
Abstract	3
Índice	4
Índice de Tablas	5
Índice de Ilustraciones.....	5
Índice de Tablas de Anexos.....	5
Índice Anexo de Resultados	5
Introducción.....	7
Revisión de Literatura	13
Ecuador como potencial país de desastres naturales	17
La Deuda Pública en la Historia Ecuatoriana 2000 – 2016	19
Marco Teórico	21
<i>Desastres naturales</i>	21
Canales de Transmisión.....	22
Datos	25
Desastres Naturales.....	25
Variables Económicas.....	26
Metodología.....	27
Estrategia Empírica	28
Modelo econométrico	28
Proyección de la Deuda.....	29
Resultados	31
Conclusiones.....	40
Bibliografía	42
Anexos.....	46
Anexo 1. Desastres Naturales ocurridos en el Ecuador periodo 2000-2016.....	46
Anexo 2. Políticas adoptadas para amortiguar los desastres Naturales	47
Anexo 3. Metodología de Fomby para analizar desastres de gran magnitud.	48
<i>Proyecciones</i>	55
Anexo 4.- Datos.....	57
Anexo 5.- Modelación y Proyección del PIB de Estados Unidos.....	59
ANEXO 6.- Estimación del modelo	63
Anexo 7.- Proyecciones con desastres naturales para el 2017 y 2018.....	80
Escenario con un desastre natural en el primer trimestre del 2017.....	80
Escenario con dos desastres en el primer trimestre de cada año	82

Escenario con tres desastres naturales	86
Preguntas de Investigación.....	89
Pregunta Principal	89
Pregunta Secundaria.....	89
Hipótesis.....	89
Hipótesis Central	89
Hipótesis Secundaria	89

Índice de Tablas

Tabla 1. Desastres Naturales más Importantes según CRED-EMDAT en el Ecuador: Periodo 2000 – 2016.....	18
Tabla 2. Variables Económicas consideradas en el modelo econométrico	26
Tabla 3. Efectos en presencia de desastres naturales en el Crecimiento del PIB y el Ratio Deuda / PIB en porcentajes.	36
Tabla 4. Proyecciones de las demás variables económicas con desastres naturales	37

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1. Ecuador: evolución de la Deuda Publica/PIB del SPNF, 2000 – 201620	
Ilustración 2. Canales de Transmisión de desastres naturales en la Deuda Pública/PIB.....	25
Ilustración 3. Evolución de la deuda pública del sector público no financiero: con y sin presencia de un desastre natural en el primer trimestre de 2017.	35
Ilustración 4. Evolución del ratio deuda pública sobre PIB del SPNF en presencia de un desastre natural	36
Ilustración 5. Trayectoria de la Deuda/PIB con desastres naturales	39
Ilustración 6. Trayectoria Deuda Pública en Niveles con desastres naturales.....	39

Índice de Tablas de Anexos

Tabla Anexo 1. Desastres Naturales en Ecuador	46
Tabla Anexo 2. Contribución Solidaria Para Las Zonas Afectadas Por El Terremoto	47

Índice Anexo de Resultados

Resultado 1. Test de Estabilidad ADF, según metodología de Fomby.	50
--	----



Resultado 2. Criterio de Rezago Óptimo según metodología de Fomby	50
Resultado 3. Estimación VAR-X, con 4 rezagos óptimos según metodología de Fomby	51
Resultado 4. Prueba de raíz unitaria, según metodología de Fomby	53
Resultado 5. Test de Autocorrelación, según metodología de Fomby	53
Resultado 6. Test de Normalidad de Cholesky, según metodología de Fomby	54
Resultado 7. Test de Estacionalidad Dickey-Fuller Aumentado para crecimiento de EEUU	59
Resultado 8. Test de Correlograma para el PIB de EEUU	60
Resultado 9. Estimación del Modelo ARIMA, para el crecimiento de EEUU	61
Resultado 10. Test Correlogram–Q–statistics, crecimiento de EEUU	61
Resultado 11. Proyección del crecimiento económico de EEUU, 2017 -2018	62
Resultado 12. Test de Dickey Fuller Aumentado, modelo VAR-X	64
Resultado 13. Modelo VAR-X prueba error con dos rezagos.	64
Resultado 14. Prueba de selección de rezago optimo con criterio AIC	66
Resultado 15. Estimación del Modelo VAR-X con 4 rezagos óptimos.	66
Resultado 16. Test de raíz unitaria, modelo con 4 rezagos.	69
Resultado 17. Test Multiplicador de Lagrange (LM)	69
Resultado 18. Prueba de normalidad de los residuos según Cholesky	72



Cláusula de licencia y autorización para publicación en el Repositorio Institucional

Santiago Iván Castro Arteaga en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación "RIESGO DE INSOSTENIBILIDAD FISCAL EN DESASTRES NATURALES, UN CASO APLICADO A LA ECONOMÍA ECUATORIANA. PERIODO 2000 – 2016", de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, mayo 2018

Santiago Iván Castro Arteaga


C.I: 0105194856

Cláusula de licencia y autorización para publicación en el Repositorio Institucional

Pablo Andrés Ortega Rivera en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación "RIESGO DE INSOSTENIBILIDAD FISCAL EN DESASTRES NATURALES, UN CASO APLICADO A LA ECONOMÍA ECUATORIANA. PERIODO 2000 – 2016", de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, mayo 2018



Pablo Andrés Ortega Rivera

C.I: 0105117659

Cláusula de Propiedad Intelectual

Santiago Iván Castro Arteaga, autor/a del trabajo de titulación "RIESGO DE INSOSTENIBILIDAD FISCAL EN DESASTRES NATURALES, UN CASO APLICADO A LA ECONOMÍA ECUATORIANA. PERIODO 2000 – 2016", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor/a.

Cuenca, mayo 2018



Santiago Iván Castro Arteaga

C.I: 0105194856

Cláusula de Propiedad Intelectual

Pablo Andrés Ortega Rivera, autor/a del trabajo de titulación "RIESGO DE INSOSTENIBILIDAD FISCAL EN DESASTRES NATURALES, UN CASO APLICADO A LA ECONOMÍA ECUATORIANA. PERIODO 2000 – 2016", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor/a.

Cuenca, mayo 2018



Pablo Andrés Ortega Rivera

C.I.: 0105117659

Introducción

El presente artículo académico analiza las consecuencias macroeconómicas de la presencia de desastres naturales, específicamente con respecto a la deuda pública, crecimiento económico, déficit fiscal, inflación y tasa de interés de endeudamiento. Según la CEPAL (2013) los desastres naturales: “son consecuencia de fenómenos naturales desencadenantes de procesos que provocan daños físicos, pérdidas de vidas humanas y de capital, al mismo tiempo alteran la vida de comunidades y personas, y la actividad económica de los territorios afectados” (pág. 17). A su vez, generan consecuencias negativas para el crecimiento económico de los países, afectando la estabilidad macroeconómica, la sostenibilidad de la deuda y el déficit fiscal.

En el caso ecuatoriano, actualmente el ratio de la deuda pública ha sobrepasado el límite permitido por el gobierno para el endeudamiento, que según la ley de finanzas públicas es del 40%; es por ello que esta investigación tiene como objetivo identificar -para los años subsiguientes- cuál es el riesgo de insostenibilidad fiscal y el impacto en las finanzas públicas del Ecuador, dado un desastre natural. Por lo cual este estudio busca dar respuesta a las siguientes preguntas: ¿Existe riesgo de insostenibilidad fiscal, ante los impactos de desastres naturales según la trayectoria de la deuda pública/PIB en el Ecuador? ¿Cuál es el nivel de variación del ratio de la deuda pública/PIB por desastres naturales, que generen un riesgo de insolvencia de finanzas públicas en el Ecuador? ¿Qué tiempo se demora la economía ecuatoriana en estabilizar la variación en el ratio deuda pública, luego de la ocurrencia de un desastre natural? ¿Cómo varía el crecimiento económico, saldos fiscales, inflación y tasa de interés de endeudamiento en la economía ecuatoriana en presencia de un desastre natural?

Para responder las preguntas se utiliza un modelo de vectores Autoregresivos (VAR-X), donde se toma en cuenta las variables endógenas, que determinan la dinámica de la deuda pública y las variables exógenas, que capturan el efecto de los desastres naturales¹ y la variación del crecimiento económico de

¹ Para la variable de desastres naturales se utilizó una variable dummy, que toma el valor de 1 en el caso de que haya ocurrido un desastre natural y 0 lo contrario.

EEUU. Además, se analiza la metodología de (Fomby, Ikeda, & Loayza, 2013) la misma que utiliza desastres de gran magnitud a través de un índice catastral. Al aplicar el modelo econométrico, para la simulación de los próximos años en la trayectoria de la deuda pública se utilizan dos escenarios, el primero que no se evidencia ningún desastre natural y el segundo escenario que evidencia un desastre natural en el primer periodo del 2017. Además se realiza la proyección de escenarios que también podrían suscitarse en el Ecuador como son: dos desastres naturales en el primer periodo de cada año, lo cual es factible ya que en promedio el país sufre un desastre natural al año, como otro escenario de análisis se simula un desastre natural más negativo para el país, con la consecuencia de tres desastres naturales durante el 2017 y 2018.

La primera parte de este trabajo revisa la literatura más relevante sobre este tópico, considerando aquellos autores que describen los diferentes efectos ocurridos en las finanzas públicas de un país, donde típicamente demuestran un impacto directo en el crecimiento económico y desequilibrios fiscales en las economías ante la presencia de un desastre natural. Posteriormente, luego de referir brevemente la historia reciente de los desastres naturales y de la deuda en el Ecuador, se proporciona el marco teórico de referencia, donde se describe el criterio que usa el “Centro de Investigación sobre la Epidemiología de los Desastres. Base de datos de eventos de emergencia” (CRED-EMDAT) para incluir en sus investigaciones un desastre natural, así como los mecanismos a través de los cuales un desastre natural afecta a los niveles de deuda pública.

Luego se describen y analizan los datos utilizados en la presente investigación, en donde se explica la formación de cada variable y sus respectivas transformaciones para la aplicación en el modelo econométrico; en la metodología se plantea la estrategia empírica a utilizarse, así como el modelo econométrico desarrollado en esta investigación, que, como ya mencionó, corresponde a un modelo de vectores Autoregresivos con variables exógenas, o VAR-X. En esta parte se analiza también las correcciones de la dinámica de la deuda pública en sus proyecciones en niveles. Por último, la

investigación presenta y discute los resultados obtenidos y sus respectivas conclusiones y recomendaciones.

Revisión de Literatura

Para abordar los diferentes efectos de los desastres naturales, la literatura es amplia y engloba estudios que van desde el análisis del efecto de un desastre natural sobre una sola variable de interés, hasta estudios más complejos donde se busca analizar el efecto global de un desastre natural. Por ejemplo, Smith & McCarty (1996) –quienes hacen referencia a la sobrepoblación y el descontrolado crecimiento territorial que existe en las ciudades- presentan un análisis es mucho más completo, ya que hablan de daños en infraestructura humana y económica, alteraciones ambientales, efectos en los desequilibrios fiscales o externos, redistribución negativa del ingreso, entre otros.

Entre los principales modelos neoclásicos de crecimiento exógeno tenemos a Solow (1957), quién hace relación a la tasa de acumulación de capital físico y la tasa de crecimiento económico per cápita. El modelo de Solow muestra una relación inversa entre las consecuencias generadas por los desastres naturales y la función de producción, la cual está conformada por dos factores productivos capital (K) y trabajo (L). Por lo tanto, afirma un impacto negativo ocasionado por desastres naturales a corto plazo² sobre el crecimiento económico de un país, ya que se reduce el stock de capital que comprende al capital privado y la infraestructura pública, reduciendo la productividad del trabajo y por ende la capacidad productiva de un país. En relación al largo plazo³, una vez que se reinicia el proceso de acumulación y reconstrucción, la tasa de crecimiento del PIB per cápita se recupera, mostrando incluso registros mayores a los que se encontraban antes del desastre natural, a diferencia del impacto negativo que se da sobre el ingreso per cápita en el corto plazo.

² Corto Plazo: lapso transcurrido entre el momento que ocurre el desastre natural y la implementación inmediata de medidas de emergencia y rehabilitación.

³ Se identifica al largo plazo como el proceso de adaptación y reconstrucción que se realiza después del desastre natural ocurrido.

Por otra parte, en modelos que refieren a la inversión económica (Schumpeter, 1942) plantea que el impacto de los desastres es positivo a largo plazo, ya que la ocurrencia de un desastre natural sería un fuerte determinante al incremento de la inversión que se realiza para la redención de los sectores afectados por la catástrofe sufrida.

Los desastres naturales también pueden ser estudiados en los modelos de crecimiento endógeno. Barro (1990), hace referencia a la relación del gasto público y el crecimiento económico, donde manifiesta que si el Estado realiza el financiamiento mediante endeudamiento, produce un alza de la tasa de interés; por lo tanto se reduce la inversión privada productiva y, si por el contrario se financia por medio de recaudación de impuestos, se observa una disminución del rendimiento de productividad. Estos dos aspectos conllevan a inferir que, si el estado interviene, se reducirá de manera significativa el crecimiento económico de un país. Además, para este autor, los desastres naturales generan una reducción de capital humano, por lo que las economías con abundancia de este factor tienen menores consecuencias que las economías restringidas de este factor. En este contexto, Barro (2006) asume un impacto negativo de los desastres naturales, los cuales están correlacionados con diferentes indicadores económicos, generando contracciones significativas en el PIB.

De acuerdo a Noy (2009) y Albala & Bertrand (1993) los desastres naturales en países en desarrollo son significativamente más costosos, que para países desarrollados. Skidmore & Toya (2002) afirman que la inversión de capital físico puede caer, pero también hay una sustitución hacia la inversión de capital humano el cual proporcionan el ímpetu para actualizar el stock de capital y adoptar nuevas tecnologías, llevando a mejoras en la productividad total de los factores.

La mayoría de estudios empíricos encuentran un impacto negativo entre el crecimiento económico y las catástrofes naturales. Es por ello que Anbarci, Escaleras & Register (2005) aplican un modelo teórico a la predicción de cómo afecta negativamente en el ingreso per cápita y la desigualdad, tomando en cuenta que existen dos tipos de hogares: con ingresos bajos y altos;

generando mayor repercusión en hogares con bajos recursos. Raddatz (2009) mediante una técnica de series de tiempo de panel, analiza el impacto a corto y largo plazo de los desastres climáticos y otros, en el PIB de un país. Los resultados obtenidos indican que un desastre relacionado con el clima reduce en al menos el 0,6% del PIB real, es así que el aumento de la frecuencia de estos desastres produce importantes costos macroeconómicos. Noy (2009) concluye que los daños generados en la infraestructura son un determinante negativo del desempeño en el crecimiento del PIB, por gastos de reconstrucción y saneamiento de estas zonas.

El estudio realizado por Hochrainer (2009), encuentra impactos negativos dependiendo de la magnitud del shock; además, para disminuir estos efectos negativos en los indicadores macroeconómicos, sería adecuada la intervención de dos factores externos como son la ayuda extranjera y las remesas. Loayza, Olaberría, Rigolini & Christiaensen (2009) definen tres ideas principales: en primer lugar, los desastres afectan al crecimiento económico siempre negativamente y estos impactos se ven relacionados dependiendo del sector económico. En segundo lugar, no hay evidencia de resultados positivos en desastres naturales. En tercer lugar, el impacto en el crecimiento económico es más fuerte en los países subdesarrollados, ya que son más sensibles ante su ocurrencia. De igual forma, se ha señalado (Fomby, Ikeda, & Loayza, 2013) una relación inversa de los desastres naturales en diferentes indicadores económicos; de esta manera los autores aclaran que en economías desarrolladas los impactos negativos generan menores consecuencias que en economías en desarrollo; también relatan una diferencia en el impacto según el tipo de desastres, diferenciando las catástrofes según el nivel de pérdidas económicas o humanas.

En el caso del Caribe, una de las zonas más afectadas por desastres naturales, Cashin & Sosa (2009) acepta una alta vulnerabilidad de estas economías ante shocks externos, dado que son economías en desarrollo. Rasmussen (2004) evidencia efectos a corto, mediano y largo plazo; entre ellos están la contracción inmediata de la producción y el desequilibrio interno y externo (corto plazo); el deterioro en los saldos fiscales y aumento en la

pobreza (mediano plazo); y a largo plazo ocasiona daños ambientales, impacto negativo sobre el stock de capital humano, aumento de la deuda pública conllevando al alza de la tasa de interés y la reducción de la inversión; en el caso de existir empeoramiento de saldos fiscales se podría incrementar la inflación, que puede generar una crisis financiera.

Strobl (2008) realiza un estudio para evidenciar cuales son los efectos de los huracanes en las zonas costeras de Estados Unidos, evidenciando que ante una gran ola de huracanes los impactos en el corto plazo, generan una disminución inicial de 0,8 puntos porcentuales en el crecimiento económico, para luego recuperarse al año siguiente.

Entre los estudios más importantes que se han enfocado en los efectos fiscales de los desastres naturales, se encuentran Noy & Nualsri (2011), quienes analizan las consecuencias en el gasto público y los ingresos, por desastres naturales, para 22 países desarrollados y 20 países subdesarrollados durante el periodo 1990 – 2005; los autores aplican un modelo de Vectores Autoregresivos con datos trimestrales de panel. Como resultado, encuentran diferencias en el impacto a países desarrollados y subdesarrollados, al utilizar diferentes políticas como son: contra-cíclicas⁴ y pro-cíclica⁵, respectivamente, mediante el gasto público y los impuestos. Ante este tipo de eventos los gobiernos necesitan amortiguar los efectos, mediante la acumulación necesaria de un fondo de emergencia.

Otra aplicación acerca de las consecuencias fiscales, lo realiza Acevedo (2014), el cual comprueba los efectos de los desastres naturales con relación al PIB per cápita y la deuda pública como porcentaje del PIB en el Caribe, mediante el modelo de vectores Autoregresivos con variables exógenas para los desastres (tormentas e inundaciones), con datos de panel de 12 países del Caribe para un periodo de 40 años. Las catástrofes evidencian un efecto negativo sobre el crecimiento económico, y la deuda pública. El ratio de la deuda pública se ve afectada por la consecuencia de un PIB más bajo, al igual

⁴ Políticas Contra-Cíclicas: incremento del gasto público en sectores estratégicos, reducción de impuestos.

⁵ Políticas Pro-Cíclicas: disminución del gasto público y el incremento de impuestos.

que un aumento de los niveles de deuda, los mismos que serán destinados a la recuperación y reconstrucción de las zonas afectadas.

Para la economía ecuatoriana, es posible aplicar estudios similares como el de “Insostenibilidad fiscal ante desastres naturales un caso aplicado al Salvador”, realizado por Desfrancois (2014) el cual también es un país vulnerable como el Ecuador, ante estos shocks externos. Además de esta vulnerabilidad, la economía salvadoreña tiene varias similitudes con el Ecuador, dado que es una economía dolarizada y depende mucho de sus ingresos corrientes por remesas del exterior. Al mismo tiempo de ser vulnerables a desastres naturales, El Salvador tiene un constante riesgo de no sostenibilidad de la deuda pública, alcanzando un endeudamiento del 60% en relación al PIB en el año 2014. El autor encuentra 38 desastres naturales en el periodo de 1980 – 2013 y concluye que un desastre natural tiene una relación directa con el ratio de la deuda sobre el PIB, el cual se incrementa en 5.8 puntos porcentuales en promedio cuando ocurre una catástrofe natural de gran magnitud. El autor utiliza la metodología de Fomby, Ikeda & Loayza (2013), para diferenciar entre eventos climáticos grandes y pequeños. El impacto fiscal generado por los desastres naturales, tiene un efecto importante en la inversión pública, ya que muchos recursos son destinados a la reconstrucción, además de la disminución de los ingresos del sector público. También se observa una contracción del PIB durante los dos trimestres después del desastre natural, lo que conlleva al consabido aumento del ratio deuda sobre el PIB. Otra de las variables que afecta una catástrofe es la tasa de interés, la misma que se ve incrementada durante tres trimestres posteriores al evento. La evidencia principal del autor es la desviación significativa de la trayectoria de la deuda pública en presencia de desastres naturales.

Ecuador como potencial país de desastres naturales

La Región Andina, específicamente en Ecuador, presenta un alto grado de vulnerabilidad ante la presencia de desastres naturales, ya que se encuentra

en el cinturón de fuego⁶, ocupando el puesto número 5 en el ranking mundial de puntos calientes de desastres en mayor presencia de amenazas geológicas (Departament of Health Emergencies), considerando desastres como: erupciones volcánicas, sequías, terremotos e inundaciones. Este apartado tiene la finalidad de presentar los desastres naturales ocurridos en el país, durante el periodo 2000 – 2016, corroborando con lo que afirma la CEPAL de que “*el Ecuador es muy vulnerable ante estos eventos*”⁷.

Dentro de los desastres en el país que más daños y personas afectadas han dejado a nivel nacional, se encuentra la inundación sufrida en el 2008, la cual dejó como resultado 41 muertes, 289.122 personas afectadas y pérdidas económicas alrededor de un millón de dólares. Otra catástrofe nociva para el país se dio en el 2009, donde una gran sequía dejó como resultado un total de 107.500 personas afectadas; también tenemos el terremoto ocurrido el mes de abril de 2016, en las provincias de Manabí y Esmeraldas, que tuvo una magnitud de 7.8 grados en la escala de Richter; éste siniestro dejó un total de 1'230.147 personas afectadas (Ver Tabla 1) y 677 personas muertas; según (Cajas & Acosta, 2016) las pérdidas económicas son un poco más de 3 mil millones de dólares⁸, alcanzando una pérdida de alrededor del 3% del PIB, el cual se registró como el desastre más nocivo para el Ecuador en las últimas décadas. Esto deja una clara evidencia que el Ecuador se encuentra amenazado por la ocurrencia de desastres naturales.

Tabla 1. Desastres Naturales más Importantes según CRED-EMDAT en el Ecuador:
Periodo 2000 – 2016.

Tipo de desastre	Año	Muertos	Heridos	Damnificados	Sin Hogar	Total Afectados	Daño Total \$
		a	b	c	d	e=b+c+d	
Inundación	2000	34	32	-	-	32	sd
Inundación	2001	58	30	9500	-	9530	sd
Inundación	2002	31	6	51600	3027	54633	16000
Inundación	2003	-	-	7905	-	7905	sd
Inundación	2006	16	-	57670	-	57670	2800

⁶ El Cinturón de Fuego del Pacífico concentra algunas de las zonas de subducción más importante del mundo, ocasionando una alta incidencia de actividad sísmica y volcánica. El Ecuador se ubica en la placa Sudamericana y la Placa de Nazca

⁷ Manual para la evaluación de desastres. 2013

⁸ Datos obtenidos del “Informe de Situación #48” presentado por la Secretaria de Gestión de Riesgos.

Inundación*	2008	41	-	275000	14122	289122	1000000
Sequía*	2009	-	-	107500	-	107500	1700
Inundación*	2009	3	2	11805	-	11807	sd
Inundación	2010	14	-	6440	500	6940	sd
Inundación	2011	-	-	3600	-	3600	sd
Inundación	2012	29	70	71790	-	71860	sd
Sequía	2013	-	-	3165	-	3165	sd
Inundación	2013	-	-	25567	-	25567	sd
Terremoto	2014	3	18	-	-	18	sd
Inundación	2015	12	-	1185	-	1185	sd
Terremoto*	2016	677	230087	1000060	-	1230147	3300000
Inundación	2016	9	-	33955	-	33955	10000
TOTAL		927	230245	1666742	17649	1914636	4330500

(sd): sin dato

***:** Desastre natural de gran magnitud según Fomby

Fuente: CRED – EMDAT. Centre for Research on the Epidemiology of Disasters. Emergency Events Database.

Elaboración: Autores.

En la historia reciente del Ecuador, durante el periodo 2000 – 2016, se han generado 17⁹ desastres naturales, entre terremotos, inundaciones y sequías, que son los que más impacto negativo han generado al Ecuador. La mayor parte de desastres naturales han sido inundaciones, las mismas se han desatado en la región litoral, las cuales fueron ocasionadas por el Fenómeno del Niño. Aunque los terremotos no suceden con tanta frecuencia, representan el desastre natural más nocivo, ya que registra 677 muertes y un total de 1'230.165 afectados. Durante el periodo de 2000 al 2016, el Ecuador experimenta en promedio aproximadamente 1 desastre natural al año. Como consecuencia de estos desastres naturales, se ha generado un total de 927 muertes y 11.914.636 de personas afectadas.

La Deuda Pública en la Historia Ecuatoriana 2000 – 2016

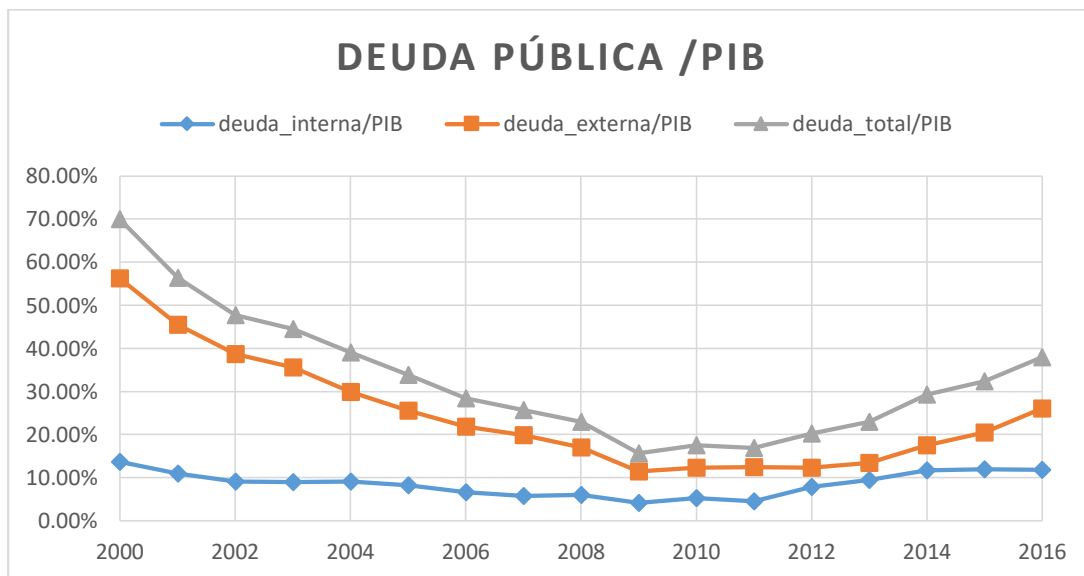
Para analizar la deuda pública generada en el Ecuador, es importante revisar algunos de los acontecimientos que han marcado su historia reciente; luego de la crisis económica suscitada en el año de 1999, una política adoptada con respecto a la deuda fue la renegociación de bonos Brady. Durante el año 2000

⁹ Para la metodología de Fomby se encontraron tan solo 3 desastres naturales de gran magnitud en el Ecuador, siendo el más considerable el Terremoto del año 2016.

el gobierno en ese entonces, presidido por el Dr. Gustavo Noboa, realizó el denominado canje de los Bonos Brady por Bonos Globales Ecuador. Se asume que la reducción de la deuda externa comercial habría sido alrededor del 40%.

Durante el gobierno de la Revolución Ciudadana, la deuda pública disminuyó en el año 2009, por la compra de “bonos 2012 y 2030”, pasando de 10.109 millones de dólares a 7.503 millones de dólares; en relación al PIB, la deuda se redujo de 22% al 14,6%. Sin embargo, a finales del 2016 el Ecuador se encontraba a punto de alcanzar el tope máximo permitido por la ley, que de acuerdo al artículo 124 del Código Orgánico de Planificación y Finanzas Públicas, es el 40% con respecto al PIB, concordando con lo estipulado en el artículo 289 de la constitución¹⁰. Pero el Gobierno ha utilizado como definición principal, “la deuda consolidada” la misma que excluye las obligaciones del Estado con organismos públicos. De acuerdo a esto el Gobierno tiene una deuda pública externa a finales de 2016 del 26,67% con respecto al PIB, mientras que la deuda pública total, al cierre del año 2016, era de 39,62% con respecto al PIB.

Ilustración 1. Ecuador: evolución de la Deuda Publica/PIB del SPNF, 2000 – 2016



Fuente: Ministerio de Finanzas Publicas del Ecuador – Banco Central del Ecuador

Elaborado: Autores

¹⁰ “La contratación de deuda publica en todos los niveles del Estado se regirá por las directrices de la respectiva planificación y presupuesto, y será autorizada por un comité de deuda y financiamiento de acuerdo con la ley”

Se puede observar en la Ilustración 1 que a inicios del 2000 la deuda del sector público no financiero bordeaba el 70% con respecto al Producto Interno Bruto; ésta se reduce de manera significativa hasta el año 2009, luego de lo cual se produce una notoria escalada, hasta alcanzar un 39% con respecto al PIB en el último periodo del 2016. Al menos en ese año, parte del aumento en la deuda se puede explicar por el desastre sufrido en el 2016, mismo que llegó a costar en promedio alrededor del 3% del PIB¹¹, con lo cual el Ecuador aplicó medidas extraordinarias para amortiguar los efectos nocivos en las finanzas públicas. Estas políticas y medidas de emergencia se plantean en el Anexo 2, las cuales se adoptan a corto y largo plazo dependiendo de la magnitud del desastre y sus pérdidas económicas, con las cuales se busca estabilizar a la economía.

Marco Teórico

Desastres naturales

Los desastres naturales se consideran eventos que generan consecuencias tanto macroeconómicas como pérdidas humanas, es por ello que CRED-EMDAT en sus datos considera como desastre natural a aquellos eventos que tienen relevancia global. Los criterios aplicados para el registro en esta base de datos de un evento como *desastre natural* son:

- 10 o más personas muertas por culpa del evento.
- 100 o más personas afectadas por el desastre natural.
- Solicitud de ayuda internacional o declaratoria de estado de emergencia.

Los desastres naturales que se consideran de gran magnitud, según Fomby (2009), serían aquellos que en daños causados superen el 1% del PIB ó el 1% del total de la población; por supuesto, la magnitud y tipo de desastre diferencia el impacto de cada uno de ellos en las finanzas públicas, siendo algunos más nocivos que otros. Según la teoría y estudios anteriores, los

¹¹ Datos obtenidos del “Informe de Situación #48” presentado por la Secretaria de Gestión de Riesgos.

eventos catastróficos más dañinos para las finanzas públicas y la sociedad en general, son los terremotos.

Luego de aplicar los dos enfoques (aquel que considera todos los desastres naturales y aquel que considera únicamente los desastres de gran magnitud) para simular la trayectoria de la deuda pública en el Ecuador, se decidió por incluir todos los desastres naturales registrados por la EMDAT para el Ecuador, ya que la metodología de Fomby es más útil para países que tienen mayor frecuencia de desastres grandes y mayor vulnerabilidad a los mismos, como es el caso de El Salvador. Dados estos criterios, se puede establecer que un desastre natural tiene consecuencias en los principales desequilibrios macroeconómicos que se ven afectados por el incremento de la deuda pública¹² en términos relativos al PIB como los resultados obtenidos por (Raddatz, 2009); (Fomby, Ikeda, & Loayza, 2013); (Acevedo, 2014) y (Desfrancois, 2014). Para un buen desempeño macroeconómico, la economía de un país debe tener solvencia en sus finanzas públicas, esto implica tener equilibrio entre los resultados presupuestarios futuros y el nivel de endeudamiento público.

Canales de Transmisión

Los problemas que se dan por insolvencia en una economía tienen fuertes impactos económicos, como son la falta de liquidez y la falta de financiamiento, los cuales se pueden solucionar con una reducción o recorte del gasto público, incremento de los ingresos y acceso a un mayor endeudamiento. Dada la insolvencia del Estado, el gobierno puede incurrir en un déficit fiscal, el cual se convierte en un problema al no generar suficientes recursos futuros para cubrir las deudas contraídas, lo cual ponen en duda la continuidad de las políticas aplicadas por el gobierno.

¹² Según el BCE *"la deuda pública, incluye los movimientos por concepto de desembolsos, amortizaciones, intereses y otros cargos financieros; tanto por acreedor como por deudor. La deuda por acreedor, presenta el movimiento de los préstamos clasificados entre organismos internacionales, gobiernos, bancos proveedores y de financiamiento de Balanza de Pagos; en tanto que la deuda pública por deudor presenta el movimiento de los préstamos del sector público no financiero (SPNF) y sector público financiero..."*

Los riesgos fiscales se dan por factores externos de la economía de un país, como puede ser el caso de la ocurrencia de un desastre natural o de un desastre de gran magnitud, el cual no está previsto y es motivo de disturbios en los presupuestos y finanzas públicas de un país, generando un riesgo en el financiamiento, debido a las restricciones de la capacidad del gobierno para emitir nueva deuda (Pérez, 2015).

Para identificar los canales de transmisión que generan impactos negativos sobre el nivel de la deuda pública, es necesario identificar la dinámica que sigue la deuda pública. Se empieza con la restricción del presupuesto del gobierno, que se define con la siguiente ecuación (Desfrancois, 2014):

$$D_t = (1 + i_t)D_{t-1} - (T_t - G_t) \quad (1)$$

Donde,

D_t = Stock de deuda pública del periodo t ,

i_t = Tasa nominal de interés de un periodo

$(T_t - G_t)$ = Superávit fiscal en el periodo $t = SP_t$

T_t = Ingresos del Gobierno

G_t = Gastos totales del gobierno

Para ver la condición de estabilidad del ratio de la deuda pública sobre PIB, transformamos la ecuación (1) dividiendo todo por el PIB, representado por Y_t .

$$\frac{D_t}{Y_t} = \frac{(1 + i_t)D_{t-1}}{Y_t} - \frac{SP_t}{Y_t} \quad (2)$$

A partir de la ecuación dinámica del PIB: $Y_t = (1 + c)Y_{t-1}$, donde c representa su tasa de crecimiento nominal, encontramos la ecuación que explica la variación del ratio de la deuda sobre el PIB

$$\Delta\left(\frac{D_t}{Y_t}\right) = \frac{(i - c)D_{t-1}}{(1 + c)Y_{t-1}} - \frac{SP_t}{Y_t} \quad (3)$$

La ecuación (3) quiere decir que la variación del ratio de la deuda sobre el PIB aumenta más cuando el déficit y la tasa de interés son altos y cuando la tasa

de crecimiento es baja. Al contrario, una política fiscal es sostenible si permite al menos estabilizar el ratio deuda sobre PIB. Para estabilizar el ratio de la deuda pública, el gobierno debe lograr una variación nula, es decir que debe alcanzar la siguiente condición:

$$\frac{SP_t}{Y_t} = \left[\frac{i - c}{1 + c} \right] \frac{D_{t-1}}{Y_{t-1}} \quad (4)$$

Por lo tanto, definiendo $\alpha = \frac{D_t}{Y_t}$ y $sp = \frac{SP_t}{Y_t}$, y reescribiendo (4) se obtiene la siguiente ecuación:

$$sp = \alpha \left[\frac{i - c}{1 + c} \right] \quad (5)$$

Dado que la tasa de interés y la tasa de crecimiento se pueden escribir como:

$$i = (1 + r^*)(1 + \pi) - 1 \quad (6)$$

$$c = (1 + c^*)(1 + \pi) - 1 \quad (7)$$

Con r^* igual a la tasa de interés real de endeudamiento, c^* igual a la tasa de crecimiento real de la economía y π igual a la tasa de inflación. Remplazando (6) y (7) en la ecuación (5), se obtiene la igualdad siguiente que caracteriza las condiciones de estabilidad del ratio de la deuda:

$$sp = \alpha \left[\frac{r^* - c^*}{1 + c^* + \pi} \right] \quad (8)$$

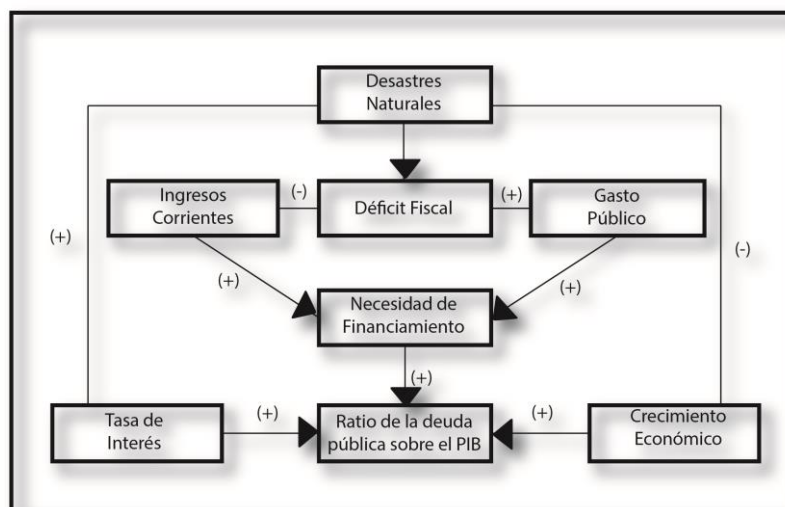
Si la tasa de interés real es superior a la tasa de crecimiento real, un superávit primario es indispensable a la estabilidad del ratio, a diferencia de una tasa de crecimiento económico mayor a la tasa de interés, donde existiría estabilidad del ratio de la deuda a pesar de tener un déficit fiscal primario.

Dado el análisis de la sostenibilidad de la deuda pública, es posible distinguir los canales a través de los cuales los desastres naturales afectan a las variables económicas, con énfasis en su efecto sobre el ratio deuda/PIB.

La ilustración 2 hace referencia a cómo actúan los desastres naturales en relación a las diferentes variables económicas. Como es evidente y asumiendo la teoría explicada a lo largo de la investigación, genera efectos

directos en el déficit fiscal, que trae como consecuencia que los ingresos corrientes disminuyan ante la ocurrencia de un desastre natural; al mismo tiempo, para la recuperación post-desastre es necesario el financiamiento para la reconstrucción, por lo que el gasto público aumenta, lo cual hace necesario la búsqueda de financiamiento que conlleva a una alza del ratio de la deuda pública/PIB. De manera indirecta o paralela, se ve afectada la tasa de interés incrementándola, la cual da como resultado el aumento del ratio de la deuda pública/PIB; en el caso del impacto ocasionado en el crecimiento económico, se reduce por la ocurrencia de un desastre natural, por lo que se verifica nuevamente un alza en el endeudamiento público/PIB.

Ilustración 2. Canales de Transmisión de desastres naturales en la Deuda Pública/PIB.



Fuente: (Desfrancois, 2014).

Adecuación: Autores

Datos

Desastres Naturales

Se utilizaron datos del Centro de Investigación sobre la Epidemiología y Desastres, creada en 1973. Esta base de datos contiene información acerca de la ocurrencia y el efecto de desastres naturales, sean estos originados por fenómenos naturales, tecnológicos y/o por conflictos, como las guerras. Este centro de recolección de datos trata de ampliar, estandarizar y validar datos sobre desastres naturales causantes de al menos 10 muertes o más de 100 afectados (Anexo 1). Para la presente investigación se consideraron los

desastres naturales como terremotos, inundaciones y sequías observados en el Ecuador, durante el periodo del 2000 hasta el 2016.

Variables Económicas

Las variables endógenas consideradas fueron obtenidas del Banco Central del Ecuador, además de algunas entidades como el Ministerio de Finanzas Publicas del Ecuador y el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos; la construcción de las variables se explica con mayor profundidad en el Anexo 4. Las variables que se utilizaran se describen en la siguiente tabla:

Tabla 2. *Variables Económicas consideradas en el modelo econométrico*

VARIABLE	DATOS	FUENTE
Crecimiento Económico	Producto Interno Bruto a precios constantes	BCE – Ministerio de Finanzas – INEC
Deuda del Sector Público no Financiero	Deuda Externa del SPNF	
	Deuda Interna del SPNF	
Capacidad de Financiamiento	Déficit o Superávit Global del SPNF	
Tasa de Interés	Tasa de Endeudamiento de la Deuda Pública del SPNF	
Inflación	IPC	

Elaboración: Autores

Es necesario recalcar que las variables que se van a utilizar se encuentran en una serie de tiempo trimestral para un mejor análisis a corto y largo plazo del impacto de los desastres naturales en las variables analizadas.

Para asegurar la estabilidad del modelo, es necesario la utilización de las siguientes variables logarítmicas en diferencias como lo utiliza Desfrancois (2014):

$$Tasa\ de\ crecimiento\ del\ PIB_t = \ln(PIB_t) - \ln(PIB_{t-1})$$

$$Inflación_t = \ln(IPC_t) - \ln(IPC_{t-1})$$

$$Tasa\ interés\ de\ endeudamiento_t = \ln(1 + tasa_t)$$

$$Cambios\ en\ el\ déficit_t = \left(\frac{Déficit_t}{PIB_t} \right) - \left(\frac{Déficit_{t-1}}{PIB_{t-1}} \right)$$

$$Cambios\ en\ el\ ratio\ de\ la\ Deuda_t = \ln\left(\frac{Deuda_t}{PIB_t} \right) - \ln\left(\frac{Deuda_{t-1}}{PIB_{t-1}} \right)$$

También, como se mencionó, en la investigación se utiliza el crecimiento del PIB de Estados Unidos (exógena) obtenida en la base de datos del Banco Mundial al ser un determinante de la Economía Global; para ello es necesario que la variable sea estacionaria y cumpla con algunas condiciones de regularidad, tal como se muestra en el Anexo 6.

Metodología

El modelo a utilizar es de Vectores Autoregresivos con Variables Exógenas. Las variables endógenas consideradas en el modelo son Para las variables endógenas se utiliza las variables de: el crecimiento del PIB constate, la inflación, la deuda pública a valores constantes y el superávit fiscal; las variables exógenas comprenden los desastres naturales (terremotos, sequias e inundaciones) y el crecimiento del PIB constante de EEUU.

Al presentarse en la investigación los desastres naturales como variable fundamental, es importante tomar en cuenta los criterios de CRED-EMDAT para la creación de la base de datos de los registros de desastres naturales; dados los criterios por esta institución, se puede asumir que los desastres tomados en cuenta afectan macroeconómicamente y son motivo de ayuda económica y social del exterior. Para esta variable exógena se toma el valor de 1 al evidenciar un desastre natural en cada periodo, y 0 caso contrario. Para la metodología de Fomby, los desastres naturales se consideran solo si son de gran magnitud en términos económicos, siguiendo un índice catastral que define a un evento catastrófico de gran magnitud aquel que supera los

daños ocasionados en un 1% del PIB o el 1% del total de la población afectada (Anexo 3).

Estrategia Empírica

Los shocks como desastres naturales traen consigo varios problemas en las finanzas públicas, en este caso se analiza la trayectoria en la deuda pública ante la presencia de estos acontecimientos. Como se ha señalado en la revisión de la literatura, de los diferentes modelos econométricos para medir el impacto en la economía de diferentes países dada la ocurrencia de un desastre natural, el modelo más factible a utilizarlo en el Ecuador es un Modelo de Vectores Autoregresivos con variables exógenas VAR-X; este modelo ha sido ya aplicado por varios autores en otros países, como (Raddatz, 2007), (Fomby, Ikeda, & Loayza, 2013), (Acevedo, 2014) y el último estudio realizado en el Salvador por (Desfrancois, 2014).

Luego de la estimación y validación del modelo, se analizará el impacto de los desastres naturales en las diferentes variables macroeconómicas, específicamente en la trayectoria de la deuda pública, aplicando simulaciones a futuro para los posibles escenarios de ocurrencia.

Modelo econométrico

Dada la ocurrencia aleatoria de los desastres naturales, los mismos que serán incluidos como shocks exógenos en el modelo VAR-X. Como es el caso de un modelo VAR-X (p,q), el mismo tendrá “n” variables endógenas (y_t) y “m” exógenas (x_t). La forma estructural del modelo incluye rezagos (p) en las variables endógenas y (q) en las variables exógenas, además supone que el modelo es estable y presenta perturbaciones ruido blanco, tales que $e_t \sim N(0, \Sigma)$; se asume además, que las (x_t) no están correlacionadas con (e_t) para todos los rezagos y simulaciones. El modelo se puede representar como:

$$y_t = \alpha_i + \beta_1 y_{i,t-1} + \dots + \beta_p y_{i,t-p} + \Phi_0 x_{i,t} + \dots + \Phi_q x_{i,t-q} + e_t \quad (9)$$

Luego, se obtiene la ecuación simplificada VAR-X, utilizando las siguientes matrices de polinomios para los rezagos (L)

$$\beta(L) = \beta_1 L + \dots + \beta_p L^p \quad (10)$$

$$\Phi(L) = \Phi_0 + \dots + \Phi_q L^q \quad (11)$$

Reescribiendo el modelo VAR-X, obtenemos:

$$y_t = \alpha_i + \beta(L)y_t + \Phi(L)x_t + e_t \quad (12)$$

Identificando las variables a utilizar con respecto al modelo VAR-X, se incluyen 5 variables endógenas (y_t) que influyen al ratio de la deuda pública, y 2 variables exógenas (x_t) que corresponden a los desastres naturales y a la tasa de crecimiento del PIB estadounidense (Desfrancois, 2014). Este último dado que la economía ecuatoriana está dolarizada, el alto peso que tienen las exportaciones e importaciones con este país, además del ingreso de remesas de migrantes ecuatorianos residentes en Estados Unidos. De igual manera el crecimiento del PIB estadounidense se utiliza como un aproximado para determinar los shocks externos del crecimiento mundial. Los vectores (y_t) de 5x1, y el vector (x_t) 2x1, se representan a continuación:

$$y_t = \begin{bmatrix} \text{Deficit Fiscal} \\ \text{Crecimiento Económico} \\ \text{Deuda Pública} \\ \text{Inflación} \\ \text{Tasa de Interés} \end{bmatrix} ; \quad x_t = \begin{bmatrix} \text{Desastre Natural} \\ \text{Crecimiento PIB EEUU} \end{bmatrix}$$

Proyección de la Deuda

Luego de la estimación del modelo VAR-X, se simula cada una de las variables endógenas para el futuro, hasta el cuarto trimestre de 2018. Dado que en la presente investigación se modela la trayectoria de la *Deuda Pública/PIB*, posteriormente es necesario recuperar la variable *Deuda* en niveles¹³. Para ello se procede de la siguiente manera:

Partimos de la expresión para la diferencia logarítmica de la variable

$$\ln\left(\frac{deuda_{t+1}}{deuda_t}\right) \quad (13)$$

¹³ Desastres Naturales y Desastres Fiscales, La Naturaleza como Factor de Insostenibilidad Fiscal: Evidencia de El Salvador (Desfrancois)
Estadística descriptiva y probabilidad (Espejo Miranda, y otros, 2006)

Por lo que:

$$\frac{deuda_{t+1}}{deuda_t} = \exp\left(\ln\left(\frac{deuda_{t+1}}{deuda_t}\right)\right) \quad (14)$$

Finalmente, tenemos que:

$$deuda_{t+1} = \exp\left(\ln\left(\frac{deuda_{t+1}}{deuda_t}\right)\right) * deuda_t \quad (15)$$

Dada la última expresión, y tomando en cuenta que las variables están en logaritmos y en primera diferencia, existe un sesgo en la dinámica de la deuda ya que no se asume que los errores siguen una distribución normal, sino siguen una distribución log-normal Log-N(m,v), donde “m” es la media y “v” es la varianza. Por lo que tenemos la siguiente función:

$$g(x) = \frac{1}{x} \cdot \frac{1}{\beta\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{1}{2} \cdot \left(\frac{\ln(x) - \mu_y}{\sigma_y}\right)^2} \quad (16)$$

Con el valor esperado y la varianza que son:

$$m = E(X) = e^{\left(\mu + \frac{\sigma^2}{2}\right)} \quad (17)$$

$$v = e^{2\mu + \sigma^2} (e^{\sigma^2} - 1) \quad (18)$$

Por lo tanto para nuestra ecuación, tenemos que $\mu = E(\varepsilon_t)$ y $\sigma^2 = var(\varepsilon_t)$. Esta corrección permite a los pronósticos tomar valores más precisos al comportamiento de sus proyecciones. Por lo que la ecuación final, se escribe de la siguiente forma:

$$deuda_{t+1} = \exp\left(\ln\left(\frac{deuda_{t+1}}{deuda_t}\right) + \left(\frac{s^2}{2}\right)\right) * deuda_t \quad (19)$$

Con $s^2 = \sum \Delta \ln(deuda_t) - (\beta_0 + \beta_{1,1}x_{1,t} + \dots + \beta_{k,p}x_{k,t-p})/(n-k)$, que es estimador no sesgado de σ^2 .

Resultados

Para obtener resultados más ajustados a la realidad de la economía ecuatoriana¹⁴, como ya se había mencionado, se utiliza como metodología principal el uso de los desastres naturales registrados por el CRED-EMDAT; sin embargo también se realiza un breve análisis de la metodología propuesta por Fomby utilizando un índice catastral para la evidencia de desastres naturales de gran magnitud, con fines comparativos.

Con el uso de la metodología principal, en primer lugar, se realiza una proyección de las principales variables exógenas, tanto para los desastres naturales en el Ecuador, como para el crecimiento económico estadounidense. En el caso de los desastres naturales, se toma como escenario base la no ocurrencia de un desastre natural durante todos los periodos a ser proyectados; luego se especifica un escenario negativo, que puede ser, por ejemplo, la ocurrencia de un desastre natural en el primer trimestre del año 2017. En este caso la variable dummy proyectada toma el valor de 1 en ese trimestre y 0 para el resto de periodos. Para la proyección del PIB de Estados Unidos se utiliza la metodología de Box-Jenkins, como se encuentra detallado en el Anexo 5.

Para proceder a estimar el modelo VAR-X, se utiliza la transformación necesaria de cada una de las variables, como se explicó con anterioridad, con la finalidad de estabilizar el modelo y cumplir con los requisitos necesarios, los mismos que se encuentran en las tablas de resultados del anexo 6. El primer requisito que debe cumplir un modelo VAR-X es que las variables que se encuentran en el modelo sean estacionarias, para ello se utiliza la prueba de Dickey-Fuller Aumentada (ADF)¹⁵, la misma que indicó que no existe evidencia estadística para aceptar la hipótesis nula de raíz unitaria, ya que la probabilidad es menor al 5% en todas las variables; por lo tanto se acepta la hipótesis alternativa de que no tiene raíz unitaria, existiendo estabilidad como se muestra en la tabla de resultados 12.

¹⁴ La explicación se encuentra en la parte metodológica.

¹⁵ Ho : $\alpha > 5\%$ La serie tiene una raíz Unitaria \leftrightarrow La serie no es estacionaria.
H1 : $\alpha < 5\%$ La serie no tiene una raíz Unitaria \leftrightarrow La serie es estacionaria

Luego de verificar la estabilidad de las variables se procede a estimar el modelo; mediante la prueba de ensayo con el rezago propuesto por el programa, se consigue la primera estimación como se muestra en la tabla de resultados 13. Se obtiene, mediante la prueba de selección de rezago por el criterio de Akaike, que el 4^{to} rezago resulta óptimo, tal como se explica en la tabla de resultados 14. Cabe recalcar que al ser un modelo flexible (VAR-X), no es necesario el uso o interpretación de los coeficientes de su regresión estimada, ni tampoco la bondad de ajuste de las ecuaciones individuales. Sin embargo si son importantes otras condiciones, principalmente: estabilidad del modelo, ausencia de correlación serial de los residuos, normalidad, heteroscedasticidad, causalidad y cointegración, como lo menciona Arias C & Torres G (2004).

A continuación, se explica cada uno de las pruebas empleadas en la investigación, comenzando por comprobar si existe estabilidad en el modelo; para ello se utiliza el test de raíces inversas de los polinomios AR característicos, el mismo que concluye que al estar dentro del círculo las series empleadas de la estimación son estacionarias, como se puede verificar en el gráfico de resultados 16.

Luego se procede a realizar el análisis de Autocorrelación Serial¹⁶, mismo que arroja resultados favorables en la investigación, ya que no se pudo rechazar la hipótesis nula de no tener Autocorrelación Serial ($p=0,56$), como se puede observar en la tabla de resultados 17.

Luego de verificar la no existencia de correlación serial, se procede a realizar las pruebas de diagnóstico de los errores como determinar la Normalidad; para ello se utiliza la prueba Jarque–Bera¹⁷, en una primera etapa se pudo observar que el modelo no cumple el supuesto, como se puede verificar en la tabla de resultados 18, dado que los errores de la ecuación del cambio en el ratio de la deuda pública, interés e inflación tenían algunos impulsos en los residuos (gráfico de resultados 19), los cuales eran menores al 5%, por lo que

¹⁶ Ho : $\rho > 5\%$ No tiene Autocorrelación Serial

H1 : $\rho < 5\%$ Tiene Autocorrelación Serial

¹⁷ Ho : $\rho > 5\%$ Existe Normalidad en el Modelo

H1 : $\rho < 5\%$ No existe Normalidad en el Modelo

se implementó variables dummy; la cual es necesaria para corregir la normalidad en los errores. Para la implementación de las dummy en el modelo, fue necesario revisar los hechos más relevantes dentro de la economía ecuatoriana como se detalla en el anexo 6. Después de realizar los cambios, el modelo concluye que existe evidencia estadística suficiente para aceptar la Hipótesis Nula que plantea normalidad en los errores, dado que la probabilidad de cada una de las ecuaciones y la conjunta son mayores al 5%, como se puede evidenciar en la tabla de resultados 20 en la descomposición de Cholesky.

Por otro lado, se testeó la posible presencia de heteroscedasticidad, mediante la prueba de White¹⁸, para términos no cruzados que nos proporciona el programa Eviews; a partir de este test se concluye que existe suficiente evidencia estadística para aceptar la Hipótesis Nula la misma que indica que la varianza de los errores es homoscedástica, como se muestra en la tabla de resultados 21.

Luego se procede a realizar los test de Causalidad de Granger y de Cointegración de Johansen para determinar si cada una de las variables y ecuaciones en conjunto están bien explicadas. En el caso del test de Granger en 4 de las 5 ecuaciones, se rechaza la hipótesis nula que plantea no causalidad en el sentido de Granger. La ecuación de inflación es la única que en conjunto no cumple este test, dado que su probabilidad conjunta es menor al 5% ($p=0,0099$); en la ecuación del Cambio en el Ratio de la Deuda, se rechaza la hipótesis nula ($p=0,72$), al igual que el Crecimiento Económico ($p=0,065$). Por lo que se dice que las variables propuestas en el modelo en conjunto causan en el sentido de Granger al Ratio de la Deuda Pública que se puede observar en la tabla de resultados 22.

En el test de Johansen como se puede observar en la tabla de resultados 23, la ecuación del Cambio en el Ratio de la Deuda Pública, se obtienen los signos esperados con sus variables explicativas según los resultados planteados por (Desfrancois, 2014) y (Acevedo, 2014), ya que la relación con el cambio en el

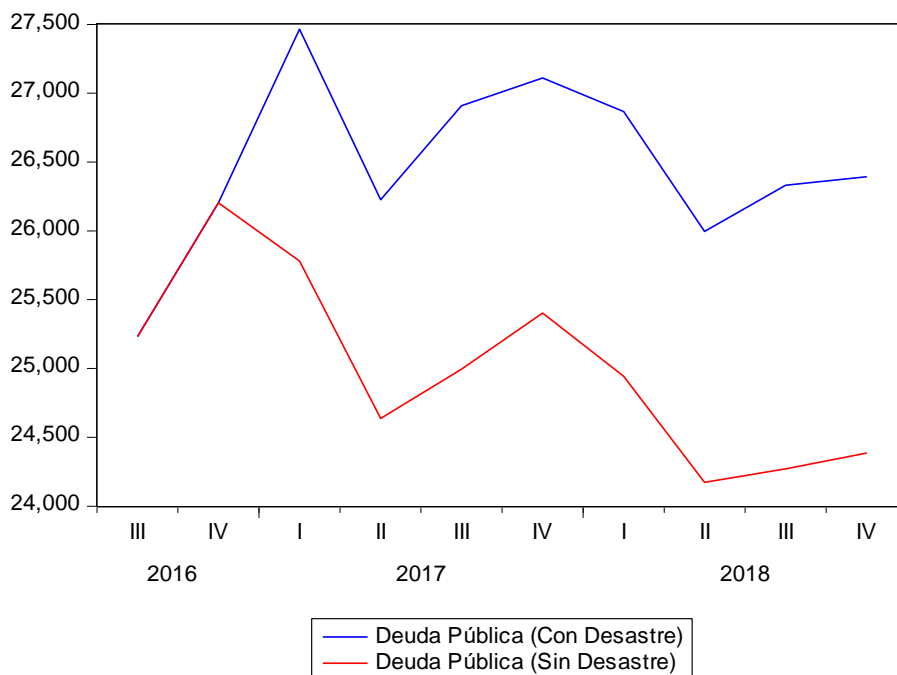
¹⁸ Ho : $\sigma^2 > 5\%$ Varianza de los errores es homoscedástica
H1 : $\sigma^2 < 5\%$ Varianza es heteroscedástica

déficit fiscal, inflación y tasa de interés de endeudamiento son directas a contrario con la relación indirecta que existe con la variable del Crecimiento Económico. Con estos resultados de los test propuestos por la teoría de los modelos VAR-X, se puede concluir que el modelo es aplicable, puesto que se cumple a cabalidad las condiciones. Ahora se procederá a revisar los resultados obtenidos en las simulaciones establecidas ante la ocurrencia de desastres naturales.

Luego de analizar cada uno de los test para los modelos VAR-X, se procede a realizar las diferentes proyecciones con desastres naturales, en el cambio del ratio de la deuda pública, en la deuda pública en niveles del sector público no financiero y en el ratio de endeudamiento (deuda/pib), los mismos que se pueden observar en el anexo 7. Los periodos a ser proyectados en la investigación comprenden los años 2017 y 2018.

A continuación, se explican los resultados de la metodología principal, al realizar la simulación de la trayectoria de la deuda pública ante la presencia de un desastre natural en el primer trimestre del año 2017, sin embargo para tener un panorama más claro se utilizan diferentes escenarios negativos que también serán explicados. Para analizar los resultados del ratio Deuda Pública/PIB, así como de la Deuda en niveles es necesario utilizar la transformación matemática indicada en la ecuación 19.

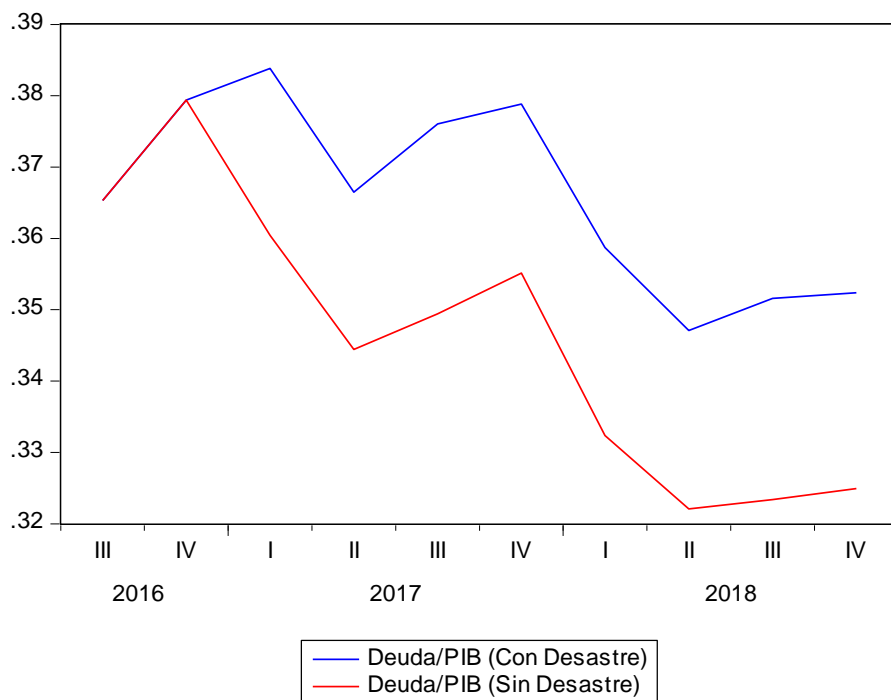
Ilustración 3. Evolución de la deuda pública del sector público no financiero: con y sin presencia de un desastre natural en el primer trimestre de 2017.



Elaboración: Autores.

Se puede observar en la ilustración 3, que existe un evidente crecimiento en el nivel de la deuda pública en la presencia de un desastre natural, comparado con la no ocurrencia de un desastre natural. Al presentarse un desastre natural en el primer periodo del 2017 pasa de 24.823,77 a 27.464,80 millones de dólares como se puede observar en la línea de color azul; en promedio la deuda estimada bajo el escenario de un desastre natural para los años proyectados es de 26.662,00 a diferencia del escenario sin desastre natural que es de 24.823,77 millones de dólares en promedio, teniendo como resultado un claro incremento en el nivel de endeudamiento en promedio de 1.838,23 millones de dólares que corresponde a un incremento del 7,41% con respecto al escenario base. Ahora analizando una variable importante dentro de la economía de cualquier país y para poder tomar políticas adecuadas, se analiza el ratio de la deuda pública sobre el producto interno bruto, como se detalla en la siguiente gráfica.

Ilustración 4. Evolución del ratio deuda pública sobre PIB del SPNF en presencia de un desastre natural



Elaboración: Autores.

La ilustración 4, nos muestra de la misma manera que existen cambios no favorables para la economía ecuatoriana, en relación al ratio de deuda/PIB durante los periodos siguientes luego de suscitarse un desastre natural, en primera instancia al no evidenciar un desastre natural el valor es de 36,04% pero dado el caso contrario alcanza un 38,38%, dando como resultado un incremento de 2,54 puntos porcentuales respecto al escenario base. Analizando el primer periodo del año 2017, el ratio de la deuda pública es de 36,04% a diferencia del 38,38% con presencia de un desastre natural en ese periodo.

Tabla 3. Efectos en presencia de desastres naturales en el Crecimiento del PIB y el Ratio Deuda / PIB en porcentajes.

	Crecimiento del PIB %		Ratio deuda/PIB %	
	Sin desastre	Con desastre	Sin desastre	Con desastre
2016Q4	1.53%	1.53%	37.94%	37.94%
2017Q1	0.33%	0.36%	36.04%	38.38%
2017Q2	1.45%	1.48%	34.44%	36.65%
2017Q3	0.90%	0.98%	34.94%	37.60%

2017Q4	1.13%	0.91%	35.51%	37.88%
2018Q1	0.87%	0.83%	33.23%	35.87%
2018Q2	1.88%	1.77%	32.21%	34.71%
2018Q3	1.08%	1.05%	32.34%	35.16%
2018Q4	1.27%	1.22%	32.49%	35.24%

Elaboración: Autores.

Luego de analizar la principal variable de interés en este caso la deuda pública se procede a realizar el análisis de las demás variables ingresadas en el modelo económico dado la ocurrencia de un desastre natural. En la siguiente tabla comparativa 4, se detalla cuáles son los efectos de cada una de las variables estudiadas, llegando a la conclusión que las más significativas para la realidad ecuatoriana son el crecimiento económico y el cambio en el ratio de la deuda pública, como lo han encontrado diferentes autores (Desfrancois, 2014) (Jaramillo, 2009) y (Carvallo & Galini, 2010).

Tabla 4. *Proyecciones de las demás variables económicas con desastres naturales*

Variable	Cambio en el ratio de la deuda		Cambio en el déficit		Inflación		Crecimiento		Interés	
	Sin Desastre	Con Desastre	Sin Desastre	Con Desastre	Sin Desastre	Con Desastre	Sin Desastre	Con Desastre	Sin Desastre	Con Desastre
2016Q4	0.0225	0.0225	-0.0790	-0.0790	-0.0008	-0.0008	0.0153	0.0153	0.0070	0.0070
2017Q1	-0.0183	0.0450	0.1239	0.1175	0.0133	0.0108	0.0033	0.0036	-0.0213	-0.0227
2017Q2	-0.0474	-0.0482	-0.0245	-0.0246	0.0107	0.0087	0.0145	0.0148	0.0087	0.0098
2017Q3	0.0124	0.0236	-0.0163	-0.0154	0.0032	0.0019	0.0090	0.0098	0.0044	0.0042
2017Q4	0.0141	0.0054	-0.0772	-0.0784	0.0087	0.0089	0.0113	0.0091	0.0076	0.0076
2018Q1	-0.0202	-0.0111	0.1108	0.1170	0.0132	0.0131	0.0087	0.0083	-0.0193	-0.0196
2018Q2	-0.0334	-0.0350	-0.0250	-0.0300	0.0097	0.0094	0.0188	0.0177	0.0068	0.0078
2018Q3	0.0020	0.0108	-0.0173	-0.0172	0.0065	0.0062	0.0108	0.0105	0.0039	0.0037
2018Q4	0.0027	0.0003	-0.0657	-0.0679	0.0086	0.0087	0.0127	0.0122	0.0071	0.0068

Elaboración: Autores

Dentro de los resultados de las diferentes variables más importantes, se puede observar que no se encuentra impactos inmediatos en el crecimiento económico, cambio en el déficit y la tasa de interés de endeudamiento, sino después de tres periodos post-desastre, esto se puede dar porque en el país se han tomado políticas de manera oportuna como se detallan en el anexo 2, otra fuente de ayuda importante para reducir estos impactos económicos por

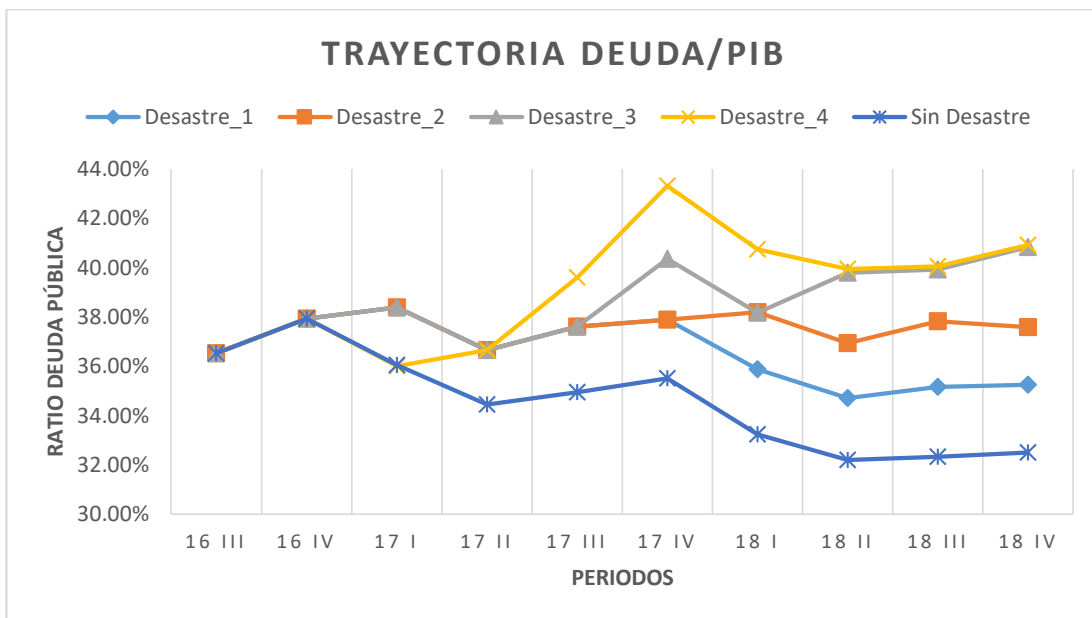
el suceso de desastre natural, es la ayuda externa tanto económica como social.

Diferentes autores encuentran resultados similares, que llegan a la misma conclusión que se enmarca en la teoría económica, como es el caso de (Desfrancois, 2014), que encuentra un impacto directo, dado un incremento sobre el cambio en el ratio de la deuda pública y una reducción en el crecimiento económico, además, evidencia en las demás variables que sus efectos no son tan significativos al presentarse un desastre natural. En el estudio realizado por (Acevedo, 2014), plantea resultados similares, al evidenciar un efecto negativo sobre el crecimiento económico y la deuda pública. Otros resultados significativos se encuentran en la investigación planteada por (Noy, 2009), el cual capta de igual manera efectos negativos en las finanzas públicas.

Cuando se realizan diferentes simulaciones en presencia de más de un desastre natural en el Ecuador, se obtienen resultados similares, pero con mayor efecto en el ratio de la deuda pública sobre el PIB que se pueden observar en el anexo 7. Al momento de simular más de un desastre natural por ejemplo en el año 2017 y 2018, el cambio del ratio de la deuda pública sin desastres naturales es de 2,54% y pasa a 3,73% en promedio. Luego de analizar escenarios más pesimistas se puede observar que existen incrementos en promedio de hasta un 5,75% al presentarse tres desastres naturales seguidos.

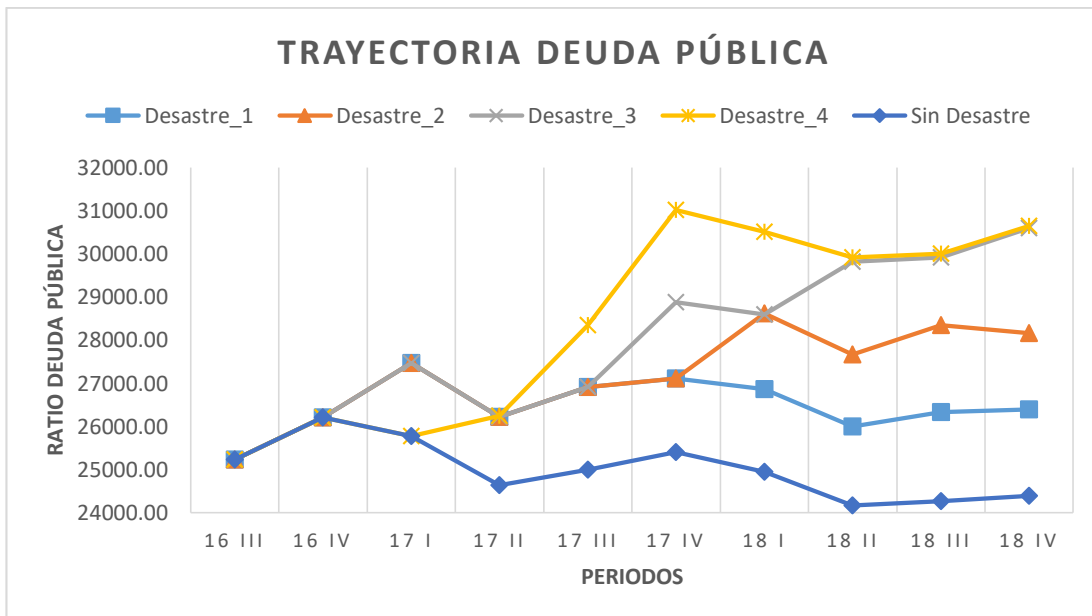
En el caso del Ratio de la Deuda Pública/PIB, se evidencia una relación directa, es decir, que crece en promedio el nivel de endeudamiento sobre el PIB, pasando de un 33,90% a un 37,64% en el escenario con simulación de dos desastres naturales y en el escenario más nocivo con tres desastres naturales se evidencia un incremento de hasta un 39,66%, estos resultados en su totalidad de escenarios se explican en las siguientes gráficas tanto en la Deuda/PIB y la Deuda Pública en niveles.

Ilustración 5. Trayectoria de la Deuda/PIB con desastres naturales



Elaboración: Autores

Ilustración 6. Trayectoria Deuda Pública en Niveles con desastres naturales



Elaboración: Autores

El Ecuador al ser un país que ya enfrenta diferentes problemas fiscales o económicos, sin tomar en cuenta los efectos ocasionados por eventos exógenos como son los desastres naturales, en términos económicos al tener menos ingresos o menos fuentes de ingreso y un alto nivel de gasto público, estos efectos se potencializan aún más al sufrir un desastre natural aleatorio,

además de no tener un fondo de emergencia por dichos desequilibrios fiscales. Por lo que en la historia de la economía ecuatoriana para afrontar estos problemas fiscales se ha visto necesario subir el nivel de endeudamiento, afectando directamente a la visión internacional que tiene la economía ecuatoriana, subiendo el riesgo país y a su vez limitando sus fuentes de ingreso y sus fuentes de crédito internacional, por lo que el país ha necesitado financiamiento con altas tasas de interés y otras condiciones no favorables para el País, como fue la venta anticipada del petróleo. Entre las principales políticas temporales que se realizan y son favorables en el Ecuador, es el incremento de las tasas tributarias, la venta de activos públicos y la reactivación económica-social en las zonas afectadas.

Conclusiones

Luego de analizar los efectos que ocurren en la economía de un país en desarrollo como es el caso del Ecuador, donde los desastres naturales afectan significativamente sobre las finanzas públicas del país. Se concluye que es necesaria la pronta intervención del gobierno a través de políticas para poder amortiguar los efectos negativos, entre ellas la importancia de implementar un fondo de emergencia de desastres naturales como lo han hecho otros países, ya que afecta de manera directa al nivel de endeudamiento tanto externo como interno, necesitando de la pronta solvencia económica para afrontar estos sucesos nocivos en la economía. Como se puede observar en la investigación el ratio de la deuda pública se incrementa en 2,54 puntos porcentuales en promedio al sufrir un desastre natural en el primer periodo del 2017, lo cual es un incremento significativo en la trayectoria de la deuda pública en presencia de desastre naturales. Se puede identificar que al aplicar la metodología de Fomby en desastres de gran magnitud los resultados se distorsionan con lo esperado según la teoría, ya que se reduce en el corto plazo el nivel de endeudamiento a contraste de la metodología principal aplicada en la investigación, tomando todos los desastres naturales evidenciados en el periodo de estudio. Esto se explica por qué el Ecuador no es un país que ha evidenciado continuamente desastres naturales de gran magnitud, pero si ocurre en promedio un desastre natural al año que no es



considerado de gran magnitud, por lo que se utilizó un análisis más real y aplicable para la economía ecuatoriana. Además el Ecuador al registrar un desastre natural en promedio por año, se procede a analizar la trayectoria de la deuda pública con diferentes escenarios propuestos en la investigación, teniendo resultados similares al incrementarse el ratio de la deuda pública sobre el PIB.

Bibliografía

- Acevedo, S. (2014). Debt, Growth and Natural Disasters: A Caribbean Trilogy. *Workin Paper N° 14/125, International Monetary Fund*.
- Acosta, A. (1994). *La Deuda Extrna*. Quito: Libresa.
- Albala-Bertrand, J. (1993). *Political Economy of Large Natural Disasters: With Special Reference to Developing Countries*. Oxford, United Kingdom: Claredon Press.
- Anbarci, N., Escaleras, M., & Register, C. (2005). Earthquake fatalities: the interaction of nature and political economy. *Journal of Public Economics*, 89(9).
- Arias C, E., & Torres G, C. (2004). *Modelos VAR y VEC para el pronóstico de corto plazo de las importaciones de Costa Rica*. Costa Rica: Banco Central de Costa Rica .
- Artus, P. (1996). *Austerité budgétaire, crédibilité et comportement de* (Vol. 68). Economie Internationale.
- Astorga, A. (2002). La sostenibilidad de la deuda pública: el caso del Ecuador. *Cuestiones Economicas Banco Central del Ecuador*, 18(3).
- Barro, R. (1990). Government Spending in a Simple Model of Endogeneous Growth. *The Journal of Political Economy* Vol.98, pp. 103-125.
- Barro, R. (2006). Rare disasters and asset markets in the twentieth century. *The Quarterly Journal of Economics* 121, pp. 823-866.
- Cajas, J., & Acosta, A. (2016). *Reflecciones después del terremoto de abril 16 del 2016*. Quito: Colegio de Economistas del Ecuador.
- Calderón, J., Gavarrete, O., & Guzman, R. (2013). *La prevención y manejo de desastres naturales ambientales que afectan el medio ambiente, el patrimonio y la vida de los salvadoreños*. San Salvador: Universidad de el Salvador.
- Carrasco Vintimilla, A., Pozo Rodríguez, S., Palacios Riquetti, J., & Beltrán Romero, P. (2014). *Historia Macroeconómica del Ecuador: 1950 - 2012*. Cuenca: Talleres Graficos de la Universidad de Cuenca.
- Carvalho, E., & Galini, I. (2010). *Catastrophics Natural Disasters and Economic Growth*. IDB-WP-183.
- Cashin, P., & Sosa, S. (2009). Macroeconomics Fluctuations in the Caribbean: the Role of Climatic and External Shocks. *Journal of International & Economic Development*.

- CEPAL. (2013). *Manual para la Evaluación de Desastres*. Santiago de Chile: Naciones Unidas.
- Croce, E., & Ramón, H. (2003). Sostenibilidad Fiscal: Un Análisis Comparativo. *Fondo Monetario Internacional*.
- Desfrancois, P. (2014). Desastres Naturales y Desastres Fiscales, La Naturaleza como Factor de Insostenibilidad Fiscal: Evidencia de El Salvador. *Instituto de Economía Pontificia Universidad Catolica de Chile*.
- Destinobles, A. G. (2007). *Introducción a los modelos de crecimiento económico exógeno y endógeno*. Edición electrónica gratuita .
- Ecuador, A. N. (2008). *Constitución del Ecuador* (20 ed.).
- Egas, R. (2003). *Centro de Información Sobre Desastres y Salud*. Retrieved from Centro de Información Sobre Desastres y Salud: www.desastres.hn
- Emergencias, D. o. (n.d.). Retrieved from http://www.paho.org/disasters/index.php?option=com_content&view=article&id=1024%3Agestion-de-riesgo-ecuador&catid=842%3Ahealth-profile-ecuador&Itemid=789&lang=en
- Espejo Miranda, I., Fernandez Palacin, F., López Sánchez, M., Muñoz Márquez, M., Rodríguez Chía, M., Sánchez Navas, A., & Valero Franco, C. (2006). *Estadística descriptiva y probabilidad*. Universidad de Cádiz.
- Fernandez, C. (2003). *Exercise on unit roots (including structural breaks), estimating a VECM and the implications of the VECM*. Curso "Modelos Macroeconómicos para la Política Monetaria. Center for Central Banking Studies (CCBS), Bank of England.
- Fomby, T., Ikeda, Y., & Loayza, N. (2013). The Growth Aftermath of Natural Disasters. *Journal of Applied Econometrics*, Vol 28 (3), pp. 412 - 434.
- Hochrainer, S. (2009). Assessing the Macroeconomic Impacts of Natural Disasters. *Policy Research Working Paper N°4968*.
- Jaramillo, C. (2009). *Do natural disasters have long-term effects on growth?* Documento CEDE.
- Lindell, M., & Prater, C. (2003). *Assessing Community Impacts of Natural Disasters* (Vol. 4). Natural hazards review.
- Loayza, N., Olaberría, E., Rigolini, J., & Christiaensen, L. (2009). Natural Disasters and Growth - Going beyond the Averages. *Policy Research Working Paper N° 4980*.

- Ministerio de Coordinación de la Política, & Gobiernos Autónomos Descentralizados. (2011). *Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización*. Quito : V&M Gráficas.
- Naranjo, M. (2005). Dos décadas perdidas: los ochenta y los noventa. *Cuestiones Económicas*, 20(1:3).
- Noji, E. (2000). *Impacto de los Desastres Naturales en la Salud Pública*. Bogotá: Organización Panamericana de la Salud.
- Noy, I. (2009). The Macroeconomic consequences of disasters. *Journal Development Economics* 88(2), pp. 221 - 231.
- Noy, I., & Nualsri, A. (2011). Fiscal storm: public spending and revenues in the aftermath of natural disasters. *Environment and Development Economics* N° 16, pp. 113 - 128.
- Ocampo, S., & Rodriguez, N. (2012). An introductory review of a structural VARX estimation and applications. *Revista Colombiana de Estadística*, pp. 479 - 509.
- OECD. (2003). *Emerging risks in the 21st century - An agenda for action Risk assessment*. (Vol. 4). Organisation for Economic Cooperation and Development, Environment & Sustainable Development.
- Pérez, C. (2015). *Riesgos Fiscales en El Salvador, medición y capacidad de gestión*. San Salvador: Fundación Nacional para el Desarrollo.
- Raddatz, C. (2007). Are External Shocks Responsible for the Instability of Output in Low-Income Countries? *Journal of Development Economics* 84(1), pp. 155-187.
- Raddatz, C. (2009). The Wrath of God: Macroeconomic Cost of Natural Disasters . *Policy Research Working Paper* .
- Ramos, H. (2013, Junio 2). Las Dictaduras del 70 moldearon la economía petrolera. *Diario el Telegrafo*.
- Rasmussen, T. (2004). Macroeconomic Implications of Natural Disasters in the Caribbean. *Working Paper* N° 04/224, *International Monetary Fund*.
- Schumpeter, J. (1942). Creative destruction. *Capitalism, socialism and democracy*, pp. 82-85.
- Skidmore, M., & Toya, H. (2002). Do Natural Disasters Promote Long-Run Growth? *Economic Inquiry*, pp. 664-687.
- Smith, S., & McCarty, C. (1996). *Demographic effects of natural disasters: a case study of hurricane Andrew* (Vol. 33).
- Solow, R. (1957). Technical Change and the Aggregate Production Function. *Review of Economics and Statistics* Vol. 39, pp. 312-320.



Strobl, E. (2008). The Economic Growth Impact of Hurricanes: Evidence from U.S. Coastal Countries. *IZA Discussion Paper N° 3619, Bonn, Germany*.

Taylor, L., & Vos, R. (2003). *Liberalización de la Balanza de Pagos en América Latina: Efectos sobre el Crecimiento, la Distribución y la Pobreza*. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.

Anexos

Anexo 1. Desastres Naturales ocurridos en el Ecuador periodo 2000-2016

Tabla Anexo 1. Desastres Naturales en Ecuador

Tipo de desastre	Año	Ocurrencia	Muertos	Heridos	Afectados	Sin Hogar	Total afectado	Daño Total \$
Inundación	2000	1	34	32	-	-	32	*sd
Inundación	2001	2	58	30	9500	-	9530	*sd
Inundación	2002	2	31	6	51600	3027	54633	16000
Inundación	2003	1	-	-	7905	-	7905	*sd
Inundación	2006	1	16	-	57670	-	57670	2800
Inundación	2008	1	41	-	275000	14122	289122	1000000
Sequía	2009	1	-	-	107500	-	107500	1700
Inundación	2009	1	3	2	11805	-	11807	*sd
Inundación	2010	2	14	-	6440	500	6940	*sd
Inundación	2011	1	-	-	3600	-	3600	*sd
Inundación	2012	1	29	70	71790	-	71860	*sd
Sequía	2013	1	-	-	3165	-	3165	*sd
Inundación	2013	1	-	-	25567	-	25567	*sd
Terremoto	2014	1	3	18	-	-	18	*sd
Inundación	2015	1	12	-	1185	-	1185	*sd
Terremoto	2016	2	677	230087	1000060	-	1230147	3300000
Inundación	2016	2	9	-	33955	-	33955	10000
TOTAL		22	927	230245	1666742	17649	1914636	4330500

Fuente: CRED

Elaborado: Autores

Anexo 2. Políticas adoptadas para amortiguar los desastres Naturales

Una de las medidas más recientes tomadas por el Ecuador para que los efectos del desastre natural no afecten fue la implementación de: La Ley Solidaria y de Corresponsabilidad Ciudadana por el terremoto del año 2016, aprobada por la Asamblea Nacional, llegaron al acuerdo de incrementar dos puntos el IVA del 12% al 14%; además otras de las contribuciones solidarias tenemos: al patrimonio, sobre las utilidades, sobre bienes muebles y derechos representativos de capital de propiedad de sociedades no residentes y un día de remuneración. El Servicio de Rentas Internas del Ecuador ha recaudado con respecto a la contribución para las zonas afectadas por el terremoto la cantidad de 1.375'294.103,60 dólares, los mismos que se encuentran detallados en la siguiente tabla:

Tabla Anexo 2. Contribución Solidaria Para Las Zonas Afectadas Por El Terremoto

CONTRIBUCIÓN	MONTO TOTAL RECAUDADO
Contribución solidaria sobre el patrimonio	203'307.854,16
Contribución solidaria sobre las utilidades	357'364.574,54
Contribución solidaria sobre bienes inmuebles y derechos representativos de capital de propiedad de sociedades no residentes	138'928.975,98
Contribución solidaria de un día de remuneración	62'321.634,97
Contribución solidaria del IVA	402'444.143,46
Multas e intereses a la Ley de Contribución Solidaria y de Corresponsabilidad Ciudadana	7'619.066,49
TOTAL	1.375'294.103,60

Los valores de contribución de IVA corresponden al 2% de IVA.

Comprende desde el mes de Junio de 2016 a Enero 2017

Fuente: Servicio de Rentas Internas SRI

Elaboración: Autores

Anexo 3. Metodología de Fomby para analizar desastres de gran magnitud.

Para el uso de la metodología de Fomby, se utiliza un índice catastral que mide la magnitud del desastre natural aplicando un Modelo de Vectores Autoregresivos con Variables Exógenas, a continuación se detalla cómo se calcula cada uno de los índices, que considera dos medias de magnitud del shock, primero el número total de muertos más afectados dividido para el total de la población, así como también el daño económico total sobre el PIB, que se define a continuación:

$$Desastre\ grande = \mathbb{1} \left(\frac{muertos + afectados}{Población\ Total} > 0.01 \right)$$

$$Desastre\ grande = \mathbb{1} \left(\frac{daño\ económico}{PIB} > 0.01 \right)$$

Al momento de analizar la magnitud de los diferentes desastres naturales, si el resultado es superior al 1% se considera un desastre de gran magnitud, para ello se utiliza variables dummy¹⁹.

Dadas las limitaciones de la investigación en la metodología de Fomby, se obtiene resultados similares, evidenciando un incremento de la Deuda Pública a largo plazo. Al aplicar este índice catastral al modelo, se limita el número de desastres naturales registrados en el Ecuador durante el periodo 2000 al 2016, donde se registran 3 eventos de gran magnitud, los cuales superan el 1% del PIB en cuanto a sus daños económicos. Aplicando esta metodología se encuentra reacciones adversas a las proyecciones de la Deuda Pública para el primer trimestre pronosticado, donde se ve una reducción de 0,89 puntos porcentuales del ratio de la Deuda Pública, además se observa una reducción de la deuda pública en un escenario con y sin desastre de 27.747,53 a 27.337,13; lo cual no es acorde a la teoría, ya que un evento catastrófico en cualquier economía en desarrollo, da como resultado un incremento del ratio de la Deuda como se ha evidenciado en otras investigaciones. La evidencia de una reducción del ratio de la deuda pública para esta investigación, se podría explicar únicamente al existir una condonación de deuda inmediata al presentarse un desastre natural, lo cual no es una realidad en el caso

¹⁹ Toma valor de 1 si es un evento de gran magnitud y 0 caso contrario.

ecuatoriano. En el estudio realizado por Desfrancois (2014) para la economía salvadoreña es posible utilizar la metodología de Fomby ya que es un país altamente vulnerable a catástrofes de gran magnitud al encontrarse en Centro América a diferencia de la economía ecuatoriana, donde se tiene registros de eventos naturales catastróficos de menor intensidad. Por lo tanto es preferible la aplicación de los criterios de la base de CRED-EMDAT, al considerar desastres naturales a los eventos que tienen 10 o más muertos; 100 o más afectados y eventos que necesiten apoyo de economías externas, que presenta mejores resultados y está acorde a la teoría de los efectos de un desastre natural en economías en desarrollo, incrementando el ratio de la deuda pública a corto y largo plazo.

A continuación se obtienen los resultados aplicando la metodología de Fomby según el índice catastral que aplica para diferenciar los desastres naturales de gran magnitud. En este apartado se desarrolla los diferentes test para el modelo de Vectores Autoregresivos con variables Exógenas (VAR-X) que es determinada por la teoría. En primera instancia se verifica que las variables sean estacionarias mediante el test ADF, luego se corre el modelo de prueba error para verificar cual es el rezago óptimo mediante la prueba de selección del criterio de Akaike, después se corre el modelo con el número de rezagos óptimo. Para verificar la estabilidad del modelo se realiza la prueba de raíz unitaria, luego se aplica el test de autocorrelación y de normalidad del sistema de ecuaciones simultaneas. En la investigación al cumplir todas estas pruebas se procede a realizar la proyección de la trayectoria de la deuda, dada la ocurrencia futura de un desastre natural en el primer trimestre del año 2017.

Resultado 1. Test de Estabilidad ADF, según metodología de Fomby.

Null Hypothesis: Unit root (individual unit root process)				
Series: CAMBIORATIO, CAMBIODEFICIT, INFLACION, CRECIMIENTOREA L, DINTERES				
Sample: 2000Q1 2018Q4				
Exogenous variables: Individual effects				
Automatic selection of maximum lags				
Automatic lag length selection based on SIC: 0 to 3				
Total number of observations: 322				
Cross-sections included: 5				
Method	Statistic	Prob.**		
ADF - Fisher Chi-square	133.715	0.0000		
ADF - Choi Z-stat	-10.1308	0.0000		
** Probabilities for Fisher tests are computed using an asymptotic Chi-square distribution. All other tests assume asymptotic normality.				
Intermediate ADF test results UNTITLED				
Series	Prob.	Lag	Max Lag	Obs
CAMBIORATIO	0.0000	0	10	66
CAMBIODEFICIT	0.0000	3	10	63
INFLACION	0.0000	2	10	64
CRECIMIENTOREAL	0.0000	0	10	66
DINTERES	0.0011	3	10	63

Elaboración: Autores

Resultado 2. Criterio de Rezago Óptimo según metodología de Fomby

VAR Lag Order Selection Criteria						
Endogenous variables: CAMBIORATIO CAMBIODEFICIT INFLACION CRECIMIENTOREAL DINTERES						
Exogenous variables: C PIBREALEEUU DESASTRES						
Sample: 2000Q1 2018Q4						
Included observations: 61						
Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	710.1802	NA	8.69e-17	-22.79279	-22.27373	-22.58937
1	754.3855	76.81571	4.66e-17	-23.42248	-22.03830	-22.88000
2	806.3509	81.78159	1.98e-17	-24.30659	-22.05729	-23.42507
3	896.0968	126.5271	2.50e-18	-26.42940	-23.31500*	-25.20884
4	933.0550	46.04628*	1.88e-18*	-26.82148*	-22.84196	-25.26187*
5	956.7147	25.59898	2.34e-18	-26.77753	-21.93290	-24.87888
6	981.1749	22.45529	3.14e-18	-26.75983	-21.05009	-24.52213
* indicates lag order selected by the criterion						
LR: sequential modified LR test statistic (each test at 5% level)						
FPE: Final prediction error						
AIC: Akaike information criterion						
SC: Schwarz information criterion						
HQ: Hannan-Quinn information criterion						

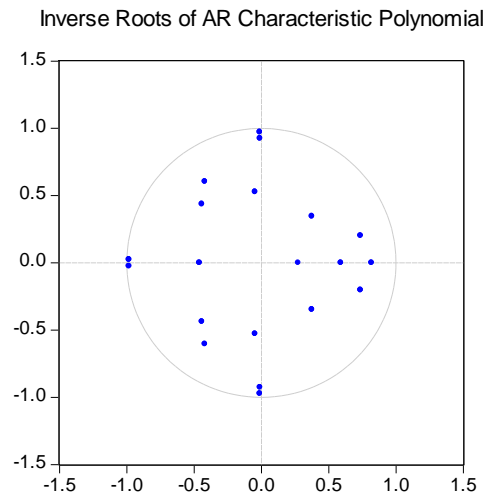
Elaboración: Autores

Resultado 3. Estimación VAR-X, con 4 rezagos óptimos según metodología de Fomby

Vector Autoregression Estimates Sample (adjusted): 2001Q2 2016Q4 Included observations: 63 after adjustments Standard errors in () & t-statistics in []					
	CAMBIORATIO	CAMBIODEFICIT	INFLACION	CRECIMIENTO REAL	DINTERES
CAMBIORATIO(-1)	0.109758 (0.16077) [0.68271]	-0.120121 (0.07871) [-1.52608]	-0.019707 (0.01484) [-1.32818]	0.002515 (0.02582) [0.09742]	0.007998 (0.01389) [0.57581]
CAMBIORATIO(-2)	0.183340 (0.18473) [0.99247]	-0.020439 (0.09044) [-0.22599]	0.017426 (0.01705) [1.02212]	0.018473 (0.02966) [0.62277]	0.011021 (0.01596) [0.69052]
CAMBIORATIO(-3)	0.127980 (0.15223) [0.84070]	-0.091494 (0.07453) [-1.22759]	0.012152 (0.01405) [0.86491]	-0.032257 (0.02444) [-1.31958]	0.001517 (0.01315) [0.11533]
CAMBIORATIO(-4)	0.204407 (0.14435) [1.41609]	0.042272 (0.07067) [0.59815]	-0.009099 (0.01332) [-0.68303]	-0.024555 (0.02318) [-1.05937]	0.014385 (0.01247) [1.15344]
CAMBIODEFICIT(-1)	0.129850 (0.33997) [0.38195]	-0.766760 (0.16645) [-4.60658]	0.003831 (0.03138) [0.12211]	0.008592 (0.05459) [0.15739]	0.057753 (0.02937) [1.96618]
CAMBIODEFICIT(-2)	0.364595 (0.37676) [0.96770]	-0.757203 (0.18446) [-4.10490]	0.006793 (0.03477) [0.19535]	-0.015391 (0.06050) [-0.25440]	0.079248 (0.03255) [2.43449]
CAMBIODEFICIT(-3)	0.343133 (0.35824) [0.95782]	-0.679707 (0.17540) [-3.87527]	-0.000884 (0.03306) [-0.02674]	-0.038729 (0.05753) [-0.67325]	0.060769 (0.03095) [1.96331]
CAMBIODEFICIT(-4)	0.428719 (0.32462) [1.32067]	0.098035 (0.15894) [0.61683]	0.004469 (0.02996) [0.14915]	-0.042898 (0.05213) [-0.82296]	0.046742 (0.02805) [1.66655]
INFLACION(-1)	1.596144 (1.53815) [1.03770]	-0.913877 (0.75308) [-1.21352]	0.446958 (0.14196) [3.14850]	0.061849 (0.24699) [0.25041]	0.013595 (0.13290) [0.10230]
INFLACION(-2)	1.968015 (1.29019) [1.52537]	0.781080 (0.63167) [1.23652]	0.037655 (0.11907) [0.31624]	0.198294 (0.20717) [0.95714]	-0.068543 (0.11147) [-0.61489]
INFLACION(-3)	-1.017234 (1.12738) [-0.90230]	-0.669309 (0.55196) [-1.21260]	0.346954 (0.10405) [3.33456]	-0.064887 (0.18103) [-0.35843]	0.164256 (0.09741) [1.68631]
INFLACION(-4)	-0.584885 (0.88879) [-0.65807]	0.293652 (0.43515) [0.67483]	-0.180341 (0.08203) [-2.19854]	-0.088141 (0.14272) [-0.61759]	-0.047277 (0.07679) [-0.61565]
CRECIMIENTOREAL(-1)	0.597925 (0.96603) [0.61895]	-0.545657 (0.47297) [-1.15369]	0.065662 (0.08916) [0.73647]	0.331898 (0.15512) [2.13960]	-0.092103 (0.08346) [-1.10350]

CRECIMIENTOREAL(-2)	-1.000911 (1.05171) [-0.95170]	0.066919 (0.51492) [0.12996]	0.088842 (0.09706) [0.91529]	0.240940 (0.16888) [1.42670]	0.049734 (0.09087) [0.54733]
CRECIMIENTOREAL(-3)	-0.342219 (1.08057) [-0.31670]	0.372605 (0.52905) [0.70429]	-0.009433 (0.09973) [-0.09459]	0.001300 (0.17351) [0.00749]	0.071795 (0.09336) [0.76900]
CRECIMIENTOREAL(-4)	0.019683 (1.03467) [0.01902]	-0.182415 (0.50657) [-0.36010]	-0.020177 (0.09549) [-0.21130]	-0.182812 (0.16614) [-1.10033]	0.051473 (0.08939) [0.57579]
DINTERES(-1)	2.430196 (1.48122) [1.64067]	-0.332545 (0.72520) [-0.45855]	-0.233178 (0.13670) [-1.70570]	0.034633 (0.23785) [0.14561]	-0.483795 (0.12798) [-3.78032]
DINTERES(-2)	2.283117 (1.59089) [1.43512]	-0.349915 (0.77890) [-0.44924]	0.028883 (0.14683) [0.19671]	0.053490 (0.25546) [0.20939]	-0.341510 (0.13745) [-2.48457]
DINTERES(-3)	0.825799 (1.51461) [0.54522]	0.093622 (0.74155) [0.12625]	-0.199295 (0.13979) [-1.42572]	-0.118100 (0.24321) [-0.48559]	-0.334926 (0.13086) [-2.55939]
DINTERES(-4)	1.587140 (1.45428) [1.09136]	-0.797587 (0.71201) [-1.12019]	-0.357203 (0.13422) [-2.66137]	-0.117956 (0.23352) [-0.50512]	0.506050 (0.12565) [4.02749]
C	-0.011486 (0.02521) [-0.45565]	-0.011354 (0.01234) [-0.91996]	0.000853 (0.00233) [0.36655]	0.000860 (0.00405) [0.21235]	-0.001643 (0.00218) [-0.75457]
PIBREALEEUU	0.737137 (1.94988) [0.37804]	2.719014 (0.95466) [2.84816]	0.150705 (0.17996) [0.83745]	0.669572 (0.31310) [2.13850]	0.027767 (0.16847) [0.16482]
DESASTRES	-0.015662 (0.05844) [-0.26801]	0.018927 (0.02861) [0.66151]	0.007156 (0.00539) [1.32680]	0.004685 (0.00938) [0.49922]	0.002991 (0.00505) [0.59246]
R-squared	0.392798	0.875241	0.758591	0.339309	0.942638
Adj. R-squared	0.058837	0.806624	0.625817	-0.024071	0.911090
Sum sq. resids	0.190906	0.045761	0.001626	0.004922	0.001425
S.E. equation	0.069084	0.033824	0.006376	0.011093	0.005969
F-statistic	1.176179	12.75538	5.713372	0.933758	29.87867
Log likelihood	93.27875	138.2715	243.3952	208.5051	247.5514
Akaike AIC	-2.231071	-3.659413	-6.996674	-5.889051	-7.128616
Schwarz SC	-1.448657	-2.876998	-6.214259	-5.106636	-6.346202
Mean dependent	-0.007230	-0.002388	0.011547	0.009367	0.000273
S.D. dependent	0.071211	0.076916	0.010423	0.010962	0.020018
Determinant resid covariance (dof adj.)	6.26E-19				
Determinant resid covariance	6.46E-20				
Log likelihood	944.8833				
Akaike information criterion	-26.34550				
Schwarz criterion	-22.43343				

Resultado 4. Prueba de raíz unitaria, según metodología de Fomby



Elaboración: Autores

Resultado 5. Test de Autocorrelación, según metodología de Fomby

VAR Residual Serial Correlation LM Tests		
Null Hypothesis: no serial correlation at lag order h		
Sample: 2000Q1 2018Q4		
Included observations: 63		
Lags	LM-Stat	Prob
1	37.59084	0.0507
2	30.31297	0.2128
3	33.33977	0.1228
4	22.98394	0.5785
5	24.59210	0.4854
6	37.71561	0.0493
Probs from chi-square with 25 df.		

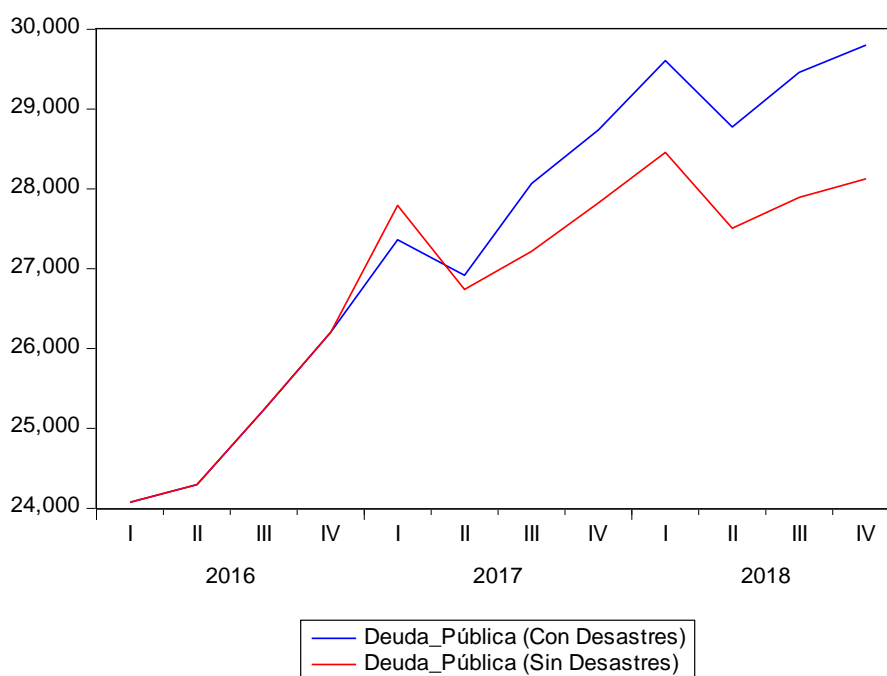
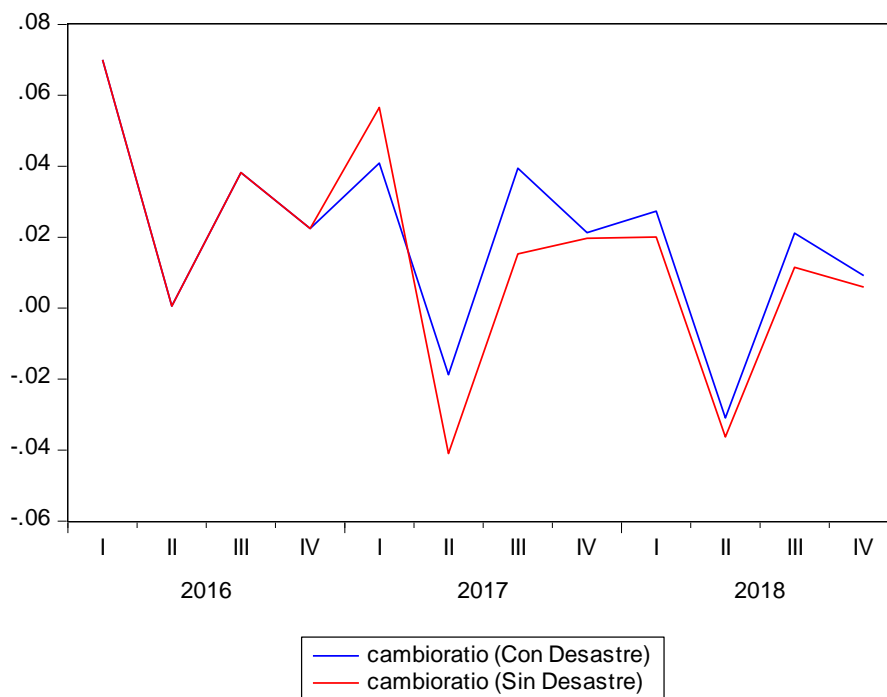
Elaboración: Autores

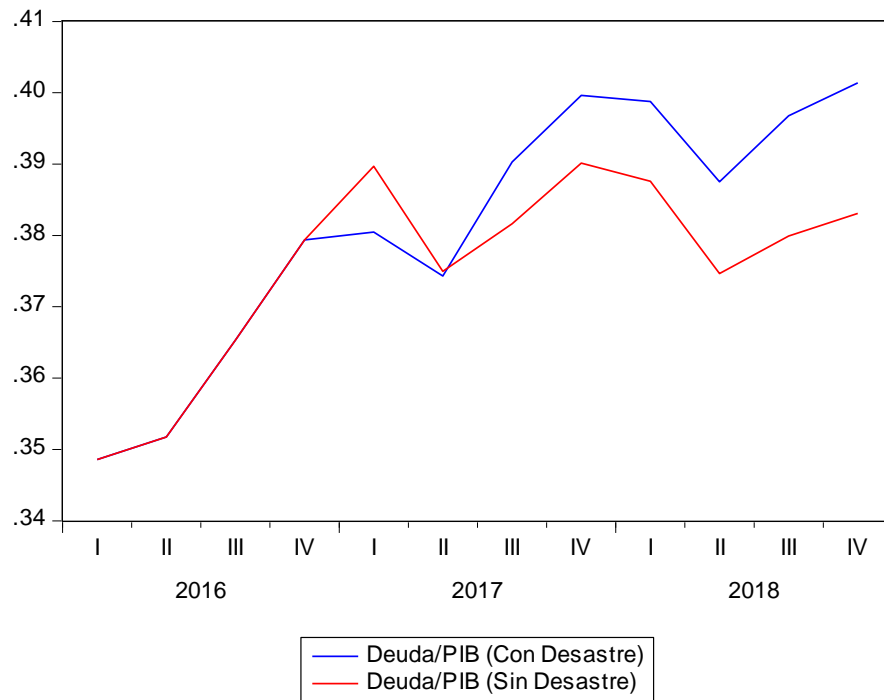
Resultado 6. Test de Normalidad de Cholesky, según metodología de Fomby

VAR Residual Normality Tests Orthogonalization: Cholesky (Lutkepohl) Null Hypothesis: residuals are multivariate normal Sample: 2000Q1 2018Q4 Included observations: 63				
Component	Skewness	Chi-sq	df	Prob.
1	-0.352621	1.305590	1	0.2532
2	-0.067192	0.047405	1	0.8276
3	0.569763	3.408609	1	0.0649
4	-0.699487	5.137459	1	0.0234
5	-0.700616	5.154054	1	0.0232
Joint		15.05312	5	0.0101
Component	Kurtosis	Chi-sq	df	Prob.
1	4.942225	9.902129	1	0.0017
2	2.859626	0.051725	1	0.8201
3	3.859340	1.938470	1	0.1638
4	4.352283	4.800257	1	0.0285
5	4.477047	5.726877	1	0.0167
Joint		22.41946	5	0.0004
Component	Jarque-Bera	df	Prob.	
1	11.20772	2	0.0037	
2	0.099130	2	0.9516	
3	5.347078	2	0.0690	
4	9.937716	2	0.0070	
5	10.88093	2	0.0043	
Joint	37.47258	10	0.0000	

Elaboración: Autores

Proyecciones





Anexo 4.- Datos

Si bien una de las mayores consecuencias al momento de realizar estudios acerca de los desastres naturales es la obtención de datos confiables para un análisis adecuado y que no presente sesgos al momento de estimarla, como en algunos estudios realizados, se utiliza la base de datos desarrollada por el Centro de Investigación sobre la Epidemiología de Desastres CREM-EMDAT.

En la base de datos se puede encontrar aspectos importantes como: el fenómeno ocurrido, el tipo de desastre, el número de personas que han fallecido, personas heridas, el número de personas afectadas y los daños económicos que han ocasionado estos eventos. Con respecto a este último es importante tomar en cuenta el criterio que se vaya a utilizar ya que es mucho más complicado estimarlos. La base de datos ha sido utilizada por varios organismos internacionales como son: CEPAL, HABITAT, El Banco Interamericano de Desarrollo (BID), Agencias de Naciones Unidas, Banco Mundial, El Fondo Monetario Internacional (FMI), entre otros. En el caso de la variable exógena del crecimiento económico mundial, se utilizó el crecimiento económico del EEUU a partir del PIB constante, la misma que captura el impacto de la economía mundial para este estudio. Esta variable exógena es relevante ya que el Ecuador depende mucho de esta economía por concepto de la moneda adoptada el “dólar” y las remesas recibidas.

En relación a las variables Económicas para poder realizar el modelo VAR-X, se utilizaron datos trimestrales provenientes del Banco Central, Banco Mundial, INEC y el Ministerio de Finanzas. A continuación, se describirá como fue la obtención de cada una de las variables económicas:

Deuda Pública del Sector Público no Financiero: Está conformada por la sumatoria de la Deuda Pública Externa del SPNF y la Deuda Interna del SPNF, donde se analiza la combinación de los sectores de gobierno central y de las Empresas Públicas no financieras. Se encontró en serie mensual, por lo que se utilizó el saldo del último mes de cada trimestre. Al encontrar estos datos de la Deuda Total en niveles se procede a la obtención del cambio en el ratio de la deuda sobre el

PIB, para lo cual se aplica la metodología antes citada, donde se utiliza el ratio DEUDA/PIB en logaritmo y en primera diferencia.

Déficit o Superávit SPNF: Para la composición de esta variable, se utilizó el resultado global (déficit o superávit) del SPNF con respecto al presupuesto que da el banco central del Ecuador, en donde incluye los Ingresos conformados por Ingresos Petroleros y no Petroleros como la recaudación de tributos; de la misma forma para el caso de los Gastos que están conformados por Gastos Corrientes y de Capital, específicamente del SPNF tomando en cuenta los valores del resultado global²⁰.

Inflación: Se obtuvieron datos mensuales de la serie de datos del INEC, para obtener una serie trimestral fue necesario obtener el saldo del último mes de cada trimestre.

PIB Constante: Para esta variable se encontraron datos trimestrales en el Banco Central, lo cual concuerda con la serie aplicada para esta investigación, luego de obtener estos datos en niveles se procede a obtener el crecimiento económico, por lo que se aplica logaritmo y primera diferencia para esta variable.

Tasa de Interés: Para la construcción de esta variable se utilizó la Tasa de Interés de Endeudamiento, donde se saca el porcentaje del pago de interés de cada una de las deudas obtenidas con anterioridad. Estos datos son el porcentaje que representan los intereses con respecto a su Deuda.

²⁰ Es aquel que se obtiene de la diferencia entre los ingresos incluyendo los desembolsos y los gastos donde se incluye amortizaciones pero se excluye el pago de interés.

Anexo 5.- Modelación y Proyección del PIB de Estados Unidos.

Para la investigación se utiliza la variable trimestral del PIB de Estados Unidos como variable exógena, la misma se tiene que realizar una proyección correspondiente para el futuro, para ello se utiliza la prueba de Box-Jenkins más conocido como ARIMA, el cual cumple 4 etapas principalmente: Identificación, Estimación, Verificación y Pronostico²¹. Para usar los criterios FAC y FAP, la serie debe ser estacionaria:

1. **Estacionalidad**, consiste en detectar que tipo de proceso estocástico han generado los datos. Para ello es fundamental en primera instancia verificar si la serie es estacionaria, en la presente investigación se utiliza la prueba de Dickey–Fuller Aumentada, este método es una estimación paramétrica. En conclusión se rechaza la hipótesis nula de raíz unitaria por lo tanto es una serie estacionaria en logaritmo y primera diferencia. Además se puede comparar resultados similares en las pruebas de Phillips–Perron y de Kwiatkowski–Phillips–Schmidt–Shin (KPSS).

Resultado 7. Test de Estacionalidad Dickey-Fuller Aumentado para crecimiento de EEUU

Null Hypothesis: CRECIMIENTOPIBEEUU has a unit root				
Exogenous: Constant				
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=10)				
			t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic			-5.710572	0.0000
Test critical values:	1% level		-3.533204	
	5% level		-2.906210	
	10% level		-2.590628	
*MacKinnon (1996) one-sided p-values.				
Augmented Dickey-Fuller Test Equation				
Dependent Variable: D(CRECIMIENTOPIBEEUU)				
Method: Least Squares				
Sample (adjusted): 2000Q3 2016Q4				
Included observations: 66 after adjustments				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
CRECIMIENTOPIBEEUU(-1)	-0.632786	0.110809	-5.710572	0.0000

²¹ Universidad de los Andes (2008). "Metodología BOX-JENKIS". Chile: Rosales, Delgado & Vázquez.

C	0.002713	0.000858	3.164132	0.0024
R-squared	0.337547	Mean dependent var		-0.000217
Adjusted R-squared	0.327196	S.D. dependent var		0.006804
S.E. of regression	0.005581	Akaike info criterion		-7.508975
Sum squared resid	0.001994	Schwarz criterion		-7.442621
Log likelihood	249.7962	Hannan-Quinn criter.		-7.482755
F-statistic	32.61063	Durbin-Watson stat		1.938510
Prob(F-statistic)	0.000000			

Elaboración: Autores

2. **Identificación**, mediante el test de correlograma se puede identificar la Autocorrelación, donde se puede observar un proceso convergente de la FAC y de Autocorrelación Parcial un proceso abrupto, por lo tanto es un AR(1)

Resultado 8. Test de Correlograma para el PIB de EEUU

Date: 03/01/18 Time: 19:26

Sample: 2000Q1 2018Q4

Included observations: 68

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	0.946	0.946	63.629	0.000
		2	0.895	-0.008	121.37	0.000
		3	0.842	-0.037	173.30	0.000
		4	0.790	-0.025	219.69	0.000
		5	0.734	-0.060	260.42	0.000
		6	0.678	-0.039	295.72	0.000
		7	0.620	-0.053	325.70	0.000
		8	0.562	-0.032	350.76	0.000
		9	0.507	-0.007	371.53	0.000
		10	0.453	-0.030	388.38	0.000
		11	0.403	-0.002	401.91	0.000
		12	0.355	-0.009	412.59	0.000
		13	0.305	-0.047	420.66	0.000
		14	0.261	0.004	426.65	0.000
		15	0.222	0.019	431.07	0.000
		16	0.185	-0.010	434.21	0.000
		17	0.151	-0.008	436.35	0.000
		18	0.119	-0.024	437.69	0.000
		19	0.087	-0.017	438.43	0.000
		20	0.059	-0.009	438.78	0.000
		21	0.035	0.013	438.91	0.000
		22	0.016	0.019	438.93	0.000
		23	0.001	0.008	438.93	0.000
		24	-0.011	0.014	438.95	0.000
		25	-0.022	-0.005	439.00	0.000
		26	-0.031	-0.005	439.11	0.000
		27	-0.038	-0.007	439.27	0.000
		28	-0.041	0.026	439.47	0.000

Elaboración: Autores

3. **Estimación del modelo**, luego de obtener el criterio más adecuado según el correlograma, en este caso estimamos la función AR(1), según la metodología ARIMA.

Resultado 9. Estimación del Modelo ARIMA, para el crecimiento de EEUU

Dependent Variable: CRECIMIENTOPIBEEUU				
Method: ARMA Maximum Likelihood (BFGS)				
Sample: 2000Q2 2016Q4				
Included observations: 67				
Convergence achieved after 4 iterations				
Coefficient covariance computed using outer product of gradients				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.004758	0.001189	4.001501	0.0002
AR(1)	0.392376	0.104818	3.743394	0.0004
SIGMASQ	3.23E-05	4.85E-06	6.658588	0.0000
R-squared	0.146394	Mean dependent var		0.004627
Adjusted R-squared	0.119719	S.D. dependent var		0.006200
S.E. of regression	0.005817	Akaike info criterion		-7.409825
Sum squared resid	0.002166	Schwarz criterion		-7.311108
Log likelihood	251.2292	Hannan-Quinn criter.		-7.370763
F-statistic	5.488025	Durbin-Watson stat		2.055531
Prob(F-statistic)	0.006313			
Inverted AR Roots	.39			

Elaboración: Autores

Además se obtiene los valores residuales de la estimación, para analizar si el modelo está bien definido:

La autocorrelación mediante la prueba Correlogram–Q–statistics no se rechaza la hipótesis nula de ruido blanco porque las probabilidades no son menores al 5%.

Resultado 10. Test Correlogram–Q–statistics, crecimiento de EEUU

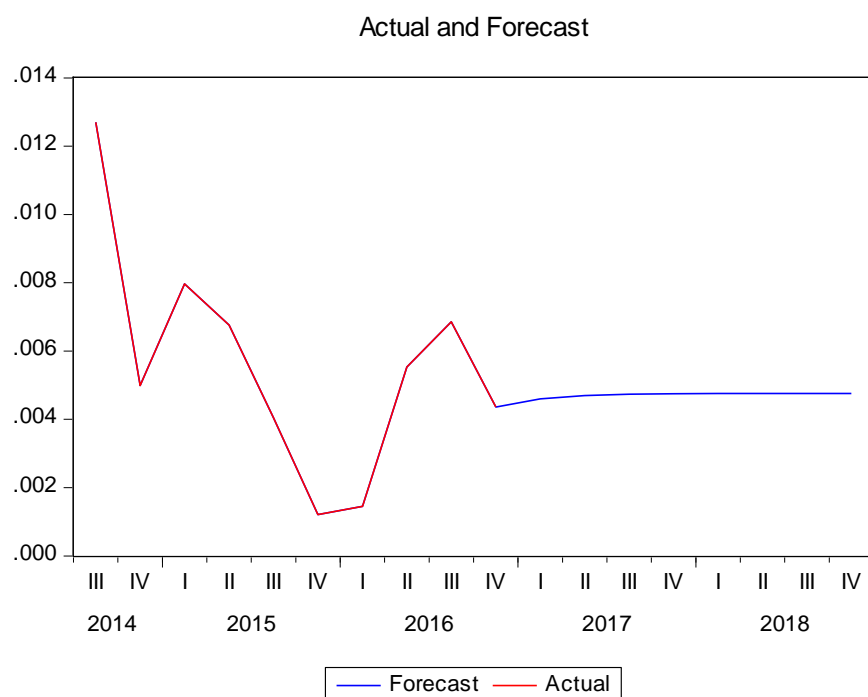
Sample: 2000Q1 2018Q4						
Included observations: 67						
Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
. * .	. * .	1	-0.067	-0.067	0.3142	0.575
. *	. *	2	0.109	0.105	1.1642	0.559
. .	. .	3	-0.016	-0.002	1.1826	0.757
. .	. .	4	0.056	0.045	1.4164	0.841
. * .	. .	5	-0.069	-0.062	1.7665	0.880
. .	. .	6	-0.001	-0.019	1.7665	0.940
. .	. .	7	0.028	0.042	1.8290	0.969
. .	. .	8	-0.061	-0.059	2.1164	0.977
. *	. *	9	0.089	0.084	2.7495	0.973

. .	. .	10	0.025	0.045	2.8010	0.986
. * .	. * .	11	-0.148	-0.173	4.6078	0.949
. .	. .	12	-0.024	-0.038	4.6569	0.968
. * .	. .	13	-0.068	-0.056	5.0524	0.974
. .	. .	14	-0.001	0.003	5.0525	0.985
. .	. .	15	-0.032	0.011	5.1410	0.991
. .	. .	16	0.005	-0.027	5.1431	0.995
. * .	. * .	17	-0.091	-0.087	5.9014	0.994
. * .	. * .	18	-0.069	-0.088	6.3526	0.995
. *	. *	19	0.104	0.098	7.3978	0.992
. * .	. * .	20	-0.185	-0.142	10.782	0.952
. .	. .	21	0.017	-0.005	10.812	0.966
** .	** .	22	-0.229	-0.231	16.189	0.806
. * .	. * .	23	-0.072	-0.156	16.730	0.822
. .	. *	24	0.045	0.108	16.945	0.851
. .	. .	25	-0.002	-0.014	16.946	0.884
. .	. .	26	-0.024	-0.031	17.012	0.909
. * .	. * .	27	-0.084	-0.103	17.824	0.909
. *	. *	28	0.181	0.087	21.686	0.796

Elaboración: Autores

Proyección: dados los resultados que se obtuvieron mediante la simulación de la metodología de BOX-JEKINGS, se obtiene la siguiente proyección del crecimiento del PIB de EEUU.

Resultado 11. Proyección del crecimiento económico de EEUU, 2017 -2018



Elaboración: Autores

ANEXO 6.- Estimación del modelo

Para analizar la estimación del modelo VAR-X, en la cual una muestra de T observaciones, se la puede escribir de la siguiente manera:

$$\text{donde } \mathbf{Y} = \begin{bmatrix} y'_1 \\ \vdots \\ y'_t \\ \vdots \\ y'_T \end{bmatrix}, \quad \mathbf{Z} = \begin{bmatrix} 1 & y'_1 & \dots & y'_{1-p} & x'_1 & \dots & x'_{1-q} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & y'_{t-1} & \dots & y'_{t-p} & x'_t & \dots & x'_{t-q} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & y'_{T-1} & \dots & y'_{T-p} & x'_T & \dots & x'_{T-q} \end{bmatrix}, \quad \mathbf{E} = \begin{bmatrix} e'_1 \\ \vdots \\ e'_t \\ \vdots \\ e'_T \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{r} = [v \quad \beta_1 \quad \dots \quad \beta_p \quad \Phi_0 \quad \dots \quad \Phi_q]$$

Al ser un modelo flexible, en el cual no es necesario utilizar los coeficientes de su regresión estimada ni sus niveles de significancia, tampoco la bondad de ajuste de las ecuaciones individuales presentadas en el modelo. Pero si se analizan diferentes condiciones como:

- Estabilidad del modelo econométrico.
- Ausencia de Autocorrelación.
- Normalidad.
- Causalidad.

Resultado 12. Test de Dickey Fuller Aumentado, modelo VAR-X

Null Hypothesis: Unit root (individual unit root process) Series: CAMBIORATIODEUDA, CAMBIODEFICIT, INFLACION, CRECIMIENTO, INTERES, CRECIMIENTOEEUU Date: 03/17/18 Time: 15:01 Sample: 2000Q1 2018Q4 Exogenous variables: Individual effects Automatic selection of maximum lags Automatic lag length selection based on SIC: 0 to 3 Total number of observations: 396 Cross-sections included: 6				
Method	Statistic	Prob.**		
ADF - Fisher Chi-square	159.828	0.0000		
ADF - Choi Z-stat	-11.1251	0.0000		
** Probabilities for Fisher tests are computed using an asymptotic Chi-square distribution. All other tests assume asymptotic normality.				
Intermediate ADF test results UNTITLED				
Series	Prob.	Lag	Max Lag	Obs
CAMBIORATIODEUD				
A	0.0000	0	10	66
CAMBIODEFICIT	0.0000	3	10	63
INFLACION	0.0000	2	10	64
CRECIMIENTO	0.0000	0	10	66
INTERES	0.0011	3	10	63
CRECIMIENTOEEUU	0.0000	0	11	74

Elaboración: Autores
Resultado 13. Modelo VAR-X prueba error con dos rezagos.

Vector Autoregression Estimates Date: 03/19/18 Time: 16:58 Sample (adjusted): 2000Q4 2016Q4 Included observations: 65 after adjustments Standard errors in () & t-statistics in []					
	CAMBIORATIODEUDA	CAMBIODEFICIT	INFLACION	CRECIMIENTO	INTERES
CAMBIORATIODEUDA(-1)	0.116971 (0.12709) [0.92039]	-0.140771 (0.12664) [-1.11160]	0.008312 (0.01992) [0.41733]	0.011916 (0.01813) [0.65737]	-0.003872 (0.02826) [-0.13705]
CAMBIORATIODEUDA(-2)	0.165011 (0.11640) [1.41765]	0.106790 (0.11599) [0.92072]	-0.020386 (0.01824) [-1.11760]	0.011169 (0.01660) [0.67276]	0.000690 (0.02588) [0.02666]
CAMBIODEFICIT(-1)	-0.134538 (0.16562) [-0.81231]	-0.682631 (0.16504) [-4.13620]	0.025213 (0.02596) [0.97141]	0.042922 (0.02362) [1.81701]	0.074280 (0.03682) [2.01723]
CAMBIODEFICIT(-2)	0.145271	-0.522801	0.009443	-0.013057	0.062217



	(0.16686) [0.87064]	(0.16627) [-3.14436]	(0.02615) [0.36113]	(0.02380) [-0.54867]	(0.03710) [1.67716]
INFLACION(-1)	-1.067752 (0.77725) [-1.37375]	0.743702 (0.77450) [0.96023]	0.608002 (0.12181) [4.99159]	0.022618 (0.11086) [0.20403]	-0.685549 (0.17280) [-3.96721]
INFLACION(-2)	0.425431 (0.46179) [0.92126]	-0.352179 (0.46016) [-0.76534]	0.034631 (0.07237) [0.47853]	0.004734 (0.06586) [0.07188]	0.434972 (0.10267) [4.23664]
CRECIMIENTO(-1)	0.026205 (0.81440) [0.03218]	-0.415405 (0.81152) [-0.51189]	0.134985 (0.12763) [1.05765]	0.351028 (0.11616) [3.02206]	-0.269376 (0.18106) [-1.48775]
CRECIMIENTO(-2)	0.052846 (0.90955) [0.05810]	-0.078595 (0.90633) [-0.08672]	-0.024517 (0.14254) [-0.17200]	0.075548 (0.12973) [0.58237]	0.238380 (0.20222) [1.17884]
INTERES(-1)	0.013256 (0.59393) [0.02232]	-0.475632 (0.59183) [-0.80366]	0.235423 (0.09308) [2.52933]	0.042765 (0.08471) [0.50483]	-0.566061 (0.13205) [-4.28680]
INTERES(-2)	-0.155489 (0.51225) [-0.30354]	-1.039032 (0.51044) [-2.03558]	0.425167 (0.08028) [5.29634]	0.032215 (0.07306) [0.44093]	-0.277456 (0.11389) [-2.43625]
C	0.012246 (0.01626) [0.75300]	-0.025374 (0.01621) [-1.56573]	0.002142 (0.00255) [0.84053]	0.004821 (0.00232) [2.07843]	0.005153 (0.00362) [1.42524]
TODOSDESASTRES00	0.046599 (0.02328) [2.00192]	0.027054 (0.02319) [1.16639]	-0.003316 (0.00365) [-0.90897]	-0.000964 (0.00332) [-0.29025]	-0.004723 (0.00518) [-0.91260]
CRECIMIENTOEEUU	-2.780474 (1.54961) [-1.79431]	2.485993 (1.54413) [1.60997]	0.100167 (0.24284) [0.41247]	0.437180 (0.22102) [1.97805]	-0.115033 (0.34452) [-0.33389]
DUMMY1	-0.200115 (0.04438) [-4.50940]	0.060024 (0.04422) [1.35738]	0.012377 (0.00695) [1.77973]	-0.005659 (0.00633) [-0.89412]	-0.018946 (0.00987) [-1.92031]
DUMMY4	0.049924 (0.04841) [1.03121]	0.000677 (0.04824) [0.01404]	-0.000892 (0.00759) [-0.11751]	-0.035168 (0.00691) [-5.09311]	0.005991 (0.01076) [0.55660]
DUMMY5	-0.047058 (0.04772) [-0.98603]	0.021477 (0.04756) [0.45161]	0.011397 (0.00748) [1.52384]	0.001441 (0.00681) [0.21175]	-0.009643 (0.01061) [-0.90877]
R-squared	0.443532	0.494751	0.789450	0.504476	0.663237
Adj. R-squared	0.273185	0.340082	0.724996	0.352785	0.560146
Sum sq. resids	0.186730	0.185411	0.004586	0.003799	0.009230
S.E. equation	0.061732	0.061513	0.009674	0.008805	0.013725
F-statistic	2.603693	3.198787	12.24825	3.325678	6.433530
Log likelihood	97.97459	98.20498	218.4418	224.5637	195.7091
Akaike AIC	-2.522295	-2.529384	-6.228979	-6.417345	-5.529510
Schwarz SC	-1.987061	-1.994150	-5.693745	-5.882111	-4.994276
Mean dependent	-0.010260	-0.002548	0.014186	0.009320	-0.000399



S.D. dependent	0.072410	0.075722	0.018448	0.010944	0.020694
Determinant resid covariance (dof adj.)	8.18E-18				
Determinant resid covariance	1.99E-18				
Log likelihood	863.4754				
Akaike information criterion	-24.10693				
Schwarz criterion	-21.43077				

Elaboración: Autores

Resultado 14. Prueba de selección de rezago optimo con criterio AIC

VAR Lag Order Selection Criteria Endogenous variables: CAMBIORATIODEUDA CAMBIODEFICIT INFLACION CRECIMIENTO INTERES Exogenous variables: C TODOSDESASTRES00 CRECIMIENTOEEUU DUMMY1 DUMMY4 DUMMY5 Date: 03/19/18 Time: 17:02 Sample: 2000Q1 2018Q4 Included observations: 62						
Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	754.8089	NA	4.84e-17	-23.38093	-22.35167	-22.97682
1	797.7397	70.62812	2.76e-17	-23.95935	-22.07237	-23.21847
2	852.1250	80.70072	1.11e-17	-24.90726	-22.16257	-23.82962
3	936.1835	111.1742	1.79e-18	-26.81237	-23.20997*	-25.39798
4	975.4650	45.61720*	1.30e-18*	-27.27306*	-22.81294	-25.52191*
5	999.3216	23.85663	1.67e-18	-27.23618	-21.91835	-25.14826
* indicates lag order selected by the criterion LR: sequential modified LR test statistic (each test at 5% level) FPE: Final prediction error AIC: Akaike information criterion SC: Schwarz information criterion HQ: Hannan-Quinn information criterion						

Elaboración: Autores

Resultado 15. Estimación del Modelo VAR-X con 4 rezagos óptimos.

Vector Autoregression Estimates Date: 03/18/18 Time: 10:21 Sample (adjusted): 2001Q2 2016Q4 Included observations: 63 after adjustments Standard errors in () & t-statistics in []					
	CAMBIORATIODEUDA	CAMBIODEFICIT	INFLACION	CRECIMIENTO	INTERES
CAMBIORATIODEUDA(-1)	0.041072 (0.15516) [0.26471]	-0.107034 (0.08489) [-1.26086]	-0.016145 (0.01581) [-1.02132]	0.012471 (0.02005) [0.62204]	0.011536 (0.01501) [0.76872]
CAMBIORATIODEUDA(-2)	0.305515 (0.15814) [1.93196]	-0.057428 (0.08652) [-0.66375]	0.002117 (0.01611) [0.13137]	0.017308 (0.02043) [0.84701]	0.002485 (0.01530) [0.16249]
CAMBIORATIODEUDA(-3)	-0.094049 (0.16612)	-0.066771 (0.09089)	0.023876 (0.01692)	-0.050798 (0.02147)	0.005986 (0.01607)



	[-0.56616]	[-0.73466]	[1.41068]	[-2.36651]	[0.37257]
CAMBIORATIODEUDA(-4)	0.065574 (0.14189) [0.46215]	0.078998 (0.07763) [1.01759]	0.002653 (0.01446) [0.18349]	-0.015253 (0.01834) [-0.83190]	0.014430 (0.01372) [1.05148]
CAMBIODEFICIT(-1)	-0.162511 (0.35055) [-0.46359]	-0.715790 (0.19179) [-3.73208]	0.028680 (0.03572) [0.80300]	-0.036345 (0.04530) [-0.80235]	0.056138 (0.03391) [1.65573]
CAMBIODEFICIT(-2)	0.085742 (0.39581) [0.21662]	-0.751021 (0.21656) [-3.46800]	0.024677 (0.04033) [0.61193]	-0.122802 (0.05115) [-2.40098]	0.072279 (0.03828) [1.88803]
CAMBIODEFICIT(-3)	-0.029198 (0.38056) [-0.07673]	-0.652681 (0.20821) [-3.13470]	0.022004 (0.03877) [0.56751]	-0.130811 (0.04918) [-2.66010]	0.058225 (0.03681) [1.58187]
CAMBIODEFICIT(-4)	-0.132404 (0.36667) [-0.36110]	0.155025 (0.20061) [0.77276]	0.034557 (0.03736) [0.92503]	-0.115508 (0.04738) [-2.43788]	0.044673 (0.03546) [1.25968]
INFLACION(-1)	0.664893 (1.55516) [0.42754]	-0.746815 (0.85087) [-0.87771]	0.453893 (0.15845) [2.86461]	0.321816 (0.20096) [1.60141]	0.033935 (0.15042) [0.22561]
INFLACION(-2)	2.168617 (1.22082) [1.77636]	0.799375 (0.66794) [1.19678]	0.039677 (0.12438) [0.31899]	0.226367 (0.15775) [1.43494]	-0.083991 (0.11808) [-0.71132]
INFLACION(-3)	-0.724614 (1.09092) [-0.66422]	-0.764543 (0.59687) [-1.28092]	0.315807 (0.11115) [2.84130]	-0.106827 (0.14097) [-0.75781]	0.179414 (0.10551) [1.70038]
INFLACION(-4)	-1.062942 (0.85360) [-1.24525]	0.353728 (0.46702) [0.75741]	-0.136730 (0.08697) [-1.57217]	-0.191715 (0.11030) [-1.73810]	-0.048596 (0.08256) [-0.58862]
CRECIMIENTO(-1)	0.049037 (0.92062) [0.05327]	-0.479597 (0.50369) [-0.95217]	0.076670 (0.09380) [0.81740]	0.395156 (0.11896) [3.32171]	-0.091870 (0.08904) [-1.03176]
CRECIMIENTO(-2)	0.279276 (1.08265) [0.25796]	-0.147838 (0.59234) [-0.24958]	0.022010 (0.11031) [0.19954]	0.165234 (0.13990) [1.18110]	0.024675 (0.10471) [0.23564]
CRECIMIENTO(-3)	-0.455639 (1.01012) [-0.45107]	0.319776 (0.55266) [0.57861]	-0.008772 (0.10292) [-0.08523]	-0.124459 (0.13053) [-0.95351]	0.072637 (0.09770) [0.74348]
CRECIMIENTO(-4)	0.341928 (0.95026) [0.35982]	-0.253356 (0.51991) [-0.48731]	-0.069444 (0.09682) [-0.71726]	-0.077724 (0.12279) [-0.63297]	0.028464 (0.09191) [0.30970]
INTERES(-1)	1.955945 (1.55869) [1.25487]	-0.266814 (0.85279) [-0.31287]	-0.209702 (0.15881) [-1.32048]	0.025623 (0.20141) [0.12721]	-0.543387 (0.15076) [-3.60440]
INTERES(-2)	2.004134 (1.68406)	-0.338238 (0.92139)	0.037472 (0.17158)	0.021706 (0.21761)	-0.410524 (0.16288)

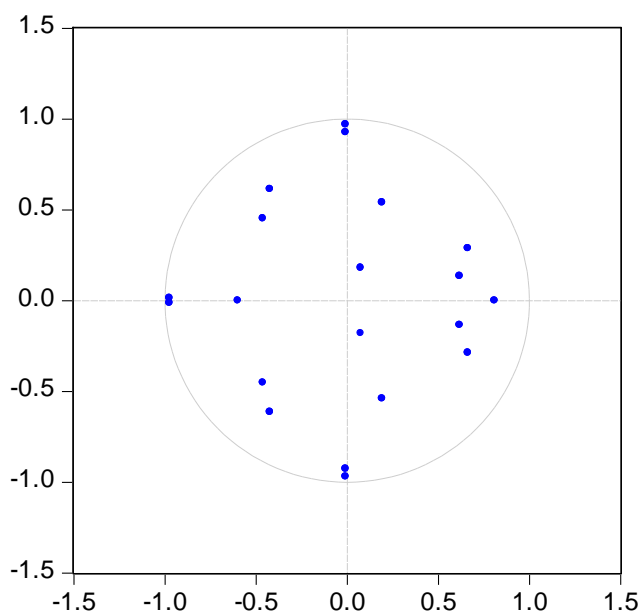


	[1.19006]	[-0.36710]	[0.21839]	[0.09974]	[-2.52036]
INTERES(-3)	0.945799 (1.52534) [0.62006]	0.020255 (0.83455) [0.02427]	-0.206816 (0.15541) [-1.33078]	-0.226922 (0.19710) [-1.15128]	-0.386412 (0.14753) [-2.61918]
INTERES(-4)	1.069103 (1.55680) [0.68673]	-0.803968 (0.85176) [-0.94389]	-0.344062 (0.15861) [-2.16916]	-0.236274 (0.20117) [-1.17451]	0.431795 (0.15057) [2.86766]
C	-0.016039 (0.02283) [-0.70249]	-0.008786 (0.01249) [-0.70334]	0.001935 (0.00233) [0.83202]	0.001781 (0.00295) [0.60366]	-0.000772 (0.00221) [-0.34971]
TODOSDESASTRES00	0.063301 (0.02957) [2.14095]	-0.006455 (0.01618) [-0.39905]	-0.002482 (0.00301) [-0.82388]	0.000308 (0.00382) [0.08060]	-0.001441 (0.00286) [-0.50397]
CRECIMIENTOEEUU	-1.032523 (1.91977) [-0.53784]	2.938269 (1.05035) [2.79741]	0.220041 (0.19560) [1.12498]	0.644066 (0.24807) [2.59629]	0.007251 (0.18568) [0.03905]
DUMMY1	-0.167771 (0.06312) [-2.65777]	0.022746 (0.03454) [0.65860]	0.010636 (0.00643) [1.65380]	-0.017419 (0.00816) [-2.13546]	-0.000579 (0.00611) [-0.09483]
DUMMY4	0.016997 (0.05462) [0.31117]	-0.016896 (0.02988) [-0.56539]	0.000951 (0.00557) [0.17080]	-0.038363 (0.00706) [-5.43520]	0.000684 (0.00528) [0.12948]
DUMMY5	-0.006231 (0.06176) [-0.10088]	0.001147 (0.03379) [0.03393]	0.000913 (0.00629) [0.14510]	-0.000452 (0.00798) [-0.05664]	-0.004147 (0.00597) [-0.69424]
R-squared	0.519006	0.876585	0.766947	0.661077	0.943057
Adj. R-squared	0.194010	0.793196	0.609478	0.432074	0.904582
Sum sq. resids	0.151226	0.045269	0.001570	0.002525	0.001415
S.E. equation	0.063931	0.034978	0.006514	0.008261	0.006183
F-statistic	1.596962	10.51203	4.870475	2.886769	24.51095
Log likelihood	100.6185	138.6126	244.5047	229.5317	247.7822
Akaike AIC	-2.368840	-3.575002	-6.936659	-6.461325	-7.040704
Schwarz SC	-1.484372	-2.690534	-6.052190	-5.576857	-6.156236
Mean dependent	-0.007230	-0.002388	0.011547	0.009367	0.000273
S.D. dependent	0.071211	0.076916	0.010423	0.010962	0.020018
Determinant resid covariance (dof adj.)	3.37E-19				
Determinant resid covariance	2.35E-20				
Log likelihood	976.7184				
Akaike information criterion	-26.87995				
Schwarz criterion	-22.45761				

Elaboración: Autores

Resultado 16. Test de raíz unitaria, modelo con 4 rezagos.

Inverse Roots of AR Characteristic Polynomial



Elaboración: Autores

Resultado 17. Test Multiplicador de Lagrange (LM)

VAR Residual Serial Correlation LM Tests		
Null Hypothesis: no serial correlation at lag order		
Date: 03/19/18 Time: 17:06		
Sample: 2000Q1 2018Q4		
Included observations: 63		
Lags	LM-Stat	Prob
1	32.46255	0.1451
2	22.85789	0.5859
3	18.93953	0.8000
4	19.49304	0.7729
5	23.33686	0.5579
Probs from chi-square with 25 df.		

Elaboración: Autores

A continuación se determina la prueba de Cholesky para identificar la normalidad de los residuos, según Fernandez Corugedo (2003) dice que es más importante que se cumplan las pruebas de Autocorrelación que las de Normalidad de los errores, los resultados muestran que el modelo sigue una distribución normal. En una primera etapa se identificó que no cumplía el criterio de normalidad.

Resultado 18. Test de Normalidad, primera etapa

Component	Jarque-Bera	df	Prob.
1	8.765632	2	0.0125
2	0.139524	2	0.9326
3	3.279158	2	0.1941
4	8.694200	2	0.0129
5	11.55310	2	0.0031
Joint	32.43162	10	0.0003

Elaboración: Autores

Para poder corregirla se procedió a verificar el comportamiento de los errores en el tiempo de cada ecuación como se muestra en la siguiente gráfica.

Resultado 19. Grafica del comportamiento de los errores en el tiempo



Elaboración: Autores

Se puede observar que existe un comportamiento no normal en las ecuaciones por lo que se procede a ingresar variables dummy para poder corregir la normalidad. Estas correcciones se aplicaron en las ecuaciones del ratio de la deuda pública, en la del crecimiento económico y en la de interés de endeudamiento; para esto se agregó en la primera corrección una variable

dummy en el periodo del 2008 en el primer trimestre, periodo en el cual se suscitó la crisis inmobiliaria de EEUU afectando de manera global las finanzas y la economía en general, esto afectó al Ecuador de manera directa ya que sus niveles de ingresos se redujeron, al presentar efectos negativos en el nivel ingreso por remesas al país, lo cual presionó al país a nuevos endeudamientos para cubrir esta baja de ingresos. En esta misma corrección se detectó otro problema planteado en el año del 2009 en sus dos primeros trimestres, donde se detecta una mejora en el nivel del endeudamiento dada las políticas aplicadas de renegociación de deuda de Ecuador propuesta por el mandatario en turno.

En el caso de la corrección de la ecuación del crecimiento económico, se plantea dos efectos atípicos en el 2003 en su segundo trimestre, donde acoge el efecto que se dio por el cambio de mandatario, donde asume la presidencia Lucio Gutiérrez, el cual a corto plazo incremento el precio de la mayoría de productos y servicios en la economía Ecuatoriana, conocido también como "Paquetazo". En el año 2015 en su segundo trimestre se da una reducción del crecimiento económico del Ecuador dado la revalorización del dólar a comparación de otras monedas internacionales, esto a la economía ecuatoriana afecta directamente, ya que reduce el nivel de exportaciones al no ser un país con precios competitivos en el mercado internacional; otra razón por esta crisis de este año fue la caída abrupta del precio del barril del petróleo, afectando de manera significativa los ingresos de la economía ecuatoriana.

Para el tercer caso de corrección en la ecuación de tasa de endeudamiento se da en dos momentos, uno en el año del 2002 en donde se evidencio una crisis en países latinoamericanos, los cuales sufrieron un feriado bancario parecido al sufrido en el año 1999 en el país, esta crisis sufrida en el 2002 se explica también por los ajustes que implementó el presidente de turno por la crisis ya antes mencionada; el otro caso de esta corrección de la ecuación se da en el año del 2003, el cual como antes se explicó se dio problemas por posicionamiento de nuevo mandatario en el gobierno, lo cual sufrió problemas heredados del anterior régimen y al mismo tiempo realizó medidas de

emergencia llamado “Paquetazo” al subir el precio de la mayoría de servicios y productos. Luego de ello se aplica en el modelo econométrico y se realiza nuevamente la prueba de Normalidad y se obtienen resultados favorables para la investigación como se muestra a continuación:

Resultado 20. Prueba de normalidad de los residuos según Cholesky

VAR Residual Normality Tests Orthogonalization: Cholesky (Lutkepohl) Null Hypothesis: residuals are multivariate normal Date: 03/18/18 Time: 10:09 Sample: 2000Q1 2018Q4 Included observations: 63				
Component	Skewness	Chi-sq	df	Prob.
1	0.381380	1.527231	1	0.2165
2	-0.139342	0.203869	1	0.6516
3	0.621778	4.059387	1	0.0439
4	-0.162779	0.278219	1	0.5979
5	-0.291976	0.895122	1	0.3441
Joint		6.963828	5	0.2233
Component	Kurtosis	Chi-sq	df	Prob.
1	3.886850	2.064570	1	0.1508
2	2.883851	0.035413	1	0.8507
3	3.737811	1.428958	1	0.2319
4	2.816422	0.088465	1	0.7661
5	3.870380	1.988597	1	0.1585
Joint		5.606002	5	0.3465
Component	Jarque-Bera	df	Prob.	
1	3.591801	2	0.1660	
2	0.239282	2	0.8872	
3	5.488345	2	0.0643	
4	0.366683	2	0.8325	
5	2.883719	2	0.2365	
Joint	12.56983	10	0.2487	

Elaboración: Autores

Resultado 21. Test de White Heteroskedasticity

VAR Residual Heteroskedasticity Tests: No Cross Terms (only levels and squares)					
Date: 03/18/18 Time: 10:10					
Sample: 2000Q1 2018Q4					
Included observations: 63					
Joint test:					
Chi-sq	df	Prob.			
702.6604	690	0.3607			
Individual components:					
Dependent	R-squared	F(46,16)	Prob.	Chi-sq(46)	Prob.
res1*res1	0.876744	2.474162	0.0255	55.23489	0.1652
res2*res2	0.690282	0.775213	0.7560	43.48774	0.5781
res3*res3	0.628054	0.587325	0.9195	39.56738	0.7371
res4*res4	0.818713	1.570820	0.1629	51.57890	0.2648
res5*res5	0.953065	7.062974	0.0001	60.04309	0.0800
res2*res1	0.675216	0.723118	0.8075	42.53858	0.6180
res3*res1	0.815404	1.536425	0.1754	51.37042	0.2715
res3*res2	0.765020	1.132408	0.4088	48.19623	0.3841
res4*res1	0.792235	1.326305	0.2745	49.91080	0.3207
res4*res2	0.741223	0.996288	0.5301	46.69704	0.4436
res4*res3	0.746437	1.023926	0.5038	47.02551	0.4303
res5*res1	0.728920	0.935287	0.5905	45.92198	0.4755
res5*res2	0.605436	0.533719	0.9507	38.14245	0.7883
res5*res3	0.873704	2.406228	0.0291	55.04335	0.1696
res5*res4	0.815040	1.532723	0.1768	51.34753	0.2722

Elaboración: Autores

A continuación se realiza el Test de Causalidad de Granger y el test de cointegración de Johannes.

Resultado 22. Test de Causalidad de Granger

VAR Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests			
Date: 03/20/18 Time: 18:00			
Sample: 2000Q1 2018Q4			
Included observations: 63			
Dependent variable: CAMBIORATIODEUDA			
Excluded	Chi-sq	df	Prob.
CAMBIODEFIC			
IT	1.599603	4	0.8089
INFLACION	4.962107	4	0.2912
CRECIMIENTO	0.284334	4	0.9908
INTERES	2.500999	4	0.6445

All	12.30605	16	0.7227
Dependent variable: CAMBIODEFICIT			
Excluded	Chi-sq	df	Prob.
CAMBIO RATIO			
DEUDA	3.994558	4	0.4067
INFLACION	2.503781	4	0.6440
CRECIMIENTO	1.608688	4	0.8072
INTERES	3.369818	4	0.4979
All	16.06582	16	0.4484
Dependent variable: INFLACION			
Excluded	Chi-sq	df	Prob.
CAMBIO RATIO			
DEUDA	3.240109	4	0.5185
CAMBIO DEFICIT			
IT	1.103570	4	0.8937
CRECIMIENTO	1.568672	4	0.8144
INTERES	19.17469	4	0.0007
All	32.02190	16	0.0099
Dependent variable: CRECIMIENTO			
Excluded	Chi-sq	df	Prob.
CAMBIO RATIO			
DEUDA	6.747133	4	0.1499
CAMBIO DEFICIT			
IT	15.31774	4	0.0041
INFLACION	7.120593	4	0.1297
INTERES	8.132534	4	0.0868
All	25.26285	16	0.0653
Dependent variable: INTERES			
Excluded	Chi-sq	df	Prob.
CAMBIO RATIO			
DEUDA	2.249042	4	0.6901
CAMBIO DEFICIT			
IT	3.795532	4	0.4344
INFLACION	3.385929	4	0.4954
CRECIMIENTO	1.881666	4	0.7575
All	10.77310	16	0.8233

Elaboración: Autores

Como se puede observar en este test, se rechaza la hipótesis nula que plantea la no causalidad en el sentido de Granger, ya que las probabilidades conjuntas son mayores al 5%, menos en la ecuación de Inflación.

Resultado 23 Test de Cointegración de Johansen

Date: 03/19/18 Time: 10:11 Sample: 2000Q1 2018Q4 Included observations: 62 Series: CAMBIORATIODEUDA CAMBIODEFICIT INFLACION CRECIMIENTO INTERES Lags interval: 1 to 4					
Selected (0.05 level*) Number of Cointegrating Relations by Model					
Data Trend:	None	None	Linear	Linear	Quadratic
Test Type	No Intercept No Trend	Intercept No Trend	Intercept No Trend	Intercept Trend	Intercept Trend
Trace	1	1	1	1	2
Max-Eig	2	1	1	1	1
*Critical values based on MacKinnon-Haug-Michelis (1999)					
Information Criteria by Rank and Model					
Data Trend:	None	None	Linear	Linear	Quadratic
Rank or No. of CEs	No Intercept No Trend	Intercept No Trend	Intercept No Trend	Intercept Trend	Intercept Trend
Log Likelihood by Rank (rows) and Model (columns)					
0	909.5879	909.5879	910.0361	910.0361	910.8253
1	929.6595	930.7216	931.0497	931.9340	932.3534
2	942.4392	943.6634	943.9814	947.0499	947.2500
3	946.6448	948.7510	949.0253	953.7836	953.9185
4	948.3913	952.9369	952.9881	958.1322	958.1322
5	949.6215	954.1921	954.1921	961.2039	961.2039
Akaike Information Criteria by Rank (rows) and Model (columns)					
0	-26.11574	-26.11574	-25.96891	-25.96891	-25.83308
1	-26.44063	-26.44263	-26.32418	-26.32045	-26.20495
2	-26.53030*	-26.50527	-26.41875	-26.45322	-26.36290
3	-26.34338	-26.31455	-26.25888	-26.31560	-26.25544
4	-26.07714	-26.09474	-26.06413	-26.10104	-26.06878
5	-25.79424	-25.78039	-25.78039	-25.84529	-25.84529
Schwarz Criteria by Rank (rows) and Model (columns)					
0	-22.68488*	-22.68488*	-22.36650	-22.36650	-22.05913
1	-22.66668	-22.63437	-22.37869	-22.34065	-22.08791
2	-22.41326	-22.31962	-22.13018	-22.09603	-21.90278

3	-21.88326	-21.75150	-21.62722	-21.58101	-21.45223
4	-21.27393	-21.15430	-21.08938	-20.98906	-20.92249
5	-20.64795	-20.46255	-20.46255	-20.35591	-20.35591

Elaboración: Autores

Resultado 24. Test de Johansen

Date: 03/19/18 Time: 10:12

Sample (adjusted): 2001Q3 2016Q4

Included observations: 62 after adjustments

Trend assumption: Linear deterministic trend

Series: CAMBIORATIODEUDA CAMBIODEFICIT INFLACION CRECIMIENTO INTERES

Lags interval (in first differences): 1 to 4

Unrestricted Cointegration Rank Test (Trace)

Hypothesized No. of CE(s)	Eigenvalue	Trace Statistic	0.05 Critical Value	Prob.**
None *	0.492296	88.31188	69.81889	0.0008
At most 1	0.341079	46.28482	47.85613	0.0697
At most 2	0.150159	20.42144	29.79707	0.3947
At most 3	0.120000	10.33367	15.49471	0.2559
At most 4	0.038094	2.407999	3.841466	0.1207

Trace test indicates 1 cointegrating eqn(s) at the 0.05 level

* denotes rejection of the hypothesis at the 0.05 level

**MacKinnon-Haug-Michelis (1999) p-values

Unrestricted Cointegration Rank Test (Maximum Eigenvalue)

Hypothesized No. of CE(s)	Eigenvalue	Max-Eigen Statistic	0.05 Critical Value	Prob.**
None *	0.492296	42.02706	33.87687	0.0043
At most 1	0.341079	25.86339	27.58434	0.0817
At most 2	0.150159	10.08777	21.13162	0.7364
At most 3	0.120000	7.925670	14.26460	0.3863
At most 4	0.038094	2.407999	3.841466	0.1207

Max-eigenvalue test indicates 1 cointegrating eqn(s) at the 0.05 level

* denotes rejection of the hypothesis at the 0.05 level

**MacKinnon-Haug-Michelis (1999) p-values

Unrestricted Cointegrating Coefficients (normalized by b*S11*b=I):

CAMBIORATIO DEUDA	CAMBIODEFICIT	INFLACION	CRECIMIENTO	INTERES
-4.294380	123.3481	27.50983	-54.49322	198.1158
3.351043	69.26940	-52.78479	20.79008	-627.2167
12.66746	55.92535	58.76693	138.5212	-94.73004
5.776021	-15.93496	123.3656	-65.90464	-300.0172
27.96912	58.72383	18.58284	-32.96993	-7.552821

Unrestricted Adjustment Coefficients (alpha):

D(CAMBIORATIO DEUDA)	0.028437	0.002255	0.005078	0.002022	-0.006938
-------------------------	----------	----------	----------	----------	-----------

D(CAMBIODEFICIT)	-0.014377	0.002603	-0.009560	0.000472	-0.001425
D(INFLACION)	-0.000442	0.001776	-0.000571	-0.001442	0.000192
D(CRECIMIENTO)	0.002802	0.000279	-0.003112	0.000787	0.000582
D(INTERES)	-0.000268	0.002638	-8.18E-05	0.000388	0.000415
1 Cointegrating Equation(s): Log likelihood 931.0497					
Normalized cointegrating coefficients (standard error in parentheses)					
CAMBIORATIODEUDA	CAMBIODEFICIT	INFLACION	CRECIMIENTO	INTERES	
1.000000	-28.72314 (5.67285)	-6.406007 (5.25454)	12.68943 (6.19518)	-46.13374 (26.2995)	
Adjustment coefficients (standard error in parentheses)					
D(CAMBIORATIODEUDA)	-0.122118 (0.03269)				
D(CAMBIODEFICIT)	0.061738 (0.02033)				
D(INFLACION)	0.001897 (0.00371)				
D(CRECIMIENTO)	-0.012032 (0.00633)				
D(INTERES)	0.001152 (0.00348)				
2 Cointegrating Equation(s): Log likelihood 943.9814					
Normalized cointegrating coefficients (standard error in parentheses)					
CAMBIORATIODEUDA	CAMBIODEFICIT	INFLACION	CRECIMIENTO	INTERES	
1.000000	0.000000	-11.84064 (5.78475)	8.918129 (6.82985)	-128.1480 (28.9108)	
0.000000	1.000000	-0.189207 (0.21448)	-0.131298 (0.25323)	-2.855336 (1.07191)	
Adjustment coefficients (standard error in parentheses)					
D(CAMBIORATIODEUDA)	-0.114560 (0.04142)	3.663856 (1.07584)			
D(CAMBIODEFICIT)	0.070460 (0.02569)	-1.593023 (0.66732)			
D(INFLACION)	0.007849 (0.00445)	0.068533 (0.11569)			
D(CRECIMIENTO)	-0.011099 (0.00802)	0.364892 (0.20836)			
D(INTERES)	0.009991 (0.00379)	0.149604 (0.09834)			
3 Cointegrating Equation(s): Log likelihood 949.0253					
Normalized cointegrating coefficients (standard error in parentheses)					
CAMBIORATIODEUDA	CAMBIODEFICIT	INFLACION	CRECIMIENTO	INTERES	
1.000000	0.000000	0.000000	10.69385 (3.74164)	-37.00998 (16.1112)	
0.000000	1.000000	0.000000	-0.102923	-1.398997	

0.000000	0.000000	1.000000	(0.20680)	(0.89046)
			0.149969	7.697048
			(0.51172)	(2.20344)
Adjustment coefficients (standard error in parentheses)				
D(CAMBIORATIO DEUDA)	-0.050235	3.947844	0.961654	
	(0.10428)	(1.15039)	(0.63256)	
D(CAMBIODEFICIT)	-0.050638	-2.127656	-1.094679	
	(0.06161)	(0.67974)	(0.37376)	
D(INFLACION)	0.000620	0.036617	-0.139447	
	(0.01121)	(0.12364)	(0.06799)	
D(CRECIMIENTO)	-0.050515	0.190874	-0.120486	
	(0.01914)	(0.21118)	(0.11612)	
D(INTERES)	0.008954	0.145026	-0.151417	
	(0.00958)	(0.10573)	(0.05813)	
4 Cointegrating Equation(s):		Log likelihood	952.9881	
Normalized cointegrating coefficients (standard error in parentheses)				
CAMBIORATIO DEUDA	CAMBIODEFICIT	INFLACION	CRECIMIENTO	INTERES
1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	-113.5596
				(30.0815)
0.000000	1.000000	0.000000	0.000000	-0.662245
				(0.89529)
0.000000	0.000000	1.000000	0.000000	6.623530
				(1.92918)
0.000000	0.000000	0.000000	1.000000	7.158278
				(2.85922)
Adjustment coefficients (standard error in parentheses)				
D(CAMBIORATIO DEUDA)	-0.038557	3.915627	1.211075	-0.932557
	(0.11296)	(1.15565)	(1.12616)	(1.23998)
D(CAMBIODEFICIT)	-0.047909	-2.135184	-1.036399	-0.517831
	(0.06679)	(0.68336)	(0.66592)	(0.73322)
D(INFLACION)	-0.007707	0.059590	-0.317296	0.076961
	(0.01166)	(0.11933)	(0.11628)	(0.12804)
D(CRECIMIENTO)	-0.045967	0.178327	-0.023350	-0.629803
	(0.02067)	(0.21148)	(0.20608)	(0.22691)
D(INTERES)	0.011198	0.138838	-0.103504	0.032526
	(0.01035)	(0.10589)	(0.10319)	(0.11361)

Elaboración: Autores

Los signos del vector de cointegración que se espera según la teoría de los efectos encontrados por algunos autores en la economía de un país al suscitarse un desastre natural, luego de verificar los coeficientes de cointegración como se muestra a continuación:

1 Cointegrating Equation(s):		Log likelihood	931.0497	
Normalized cointegrating coefficients (standard error in parentheses)				
CAMBIORATIO	CAMBIODEFICIT	INFLACION	CRECIMIENTOREAL	DINTERES
1.000000	-28.72314	-6.406007	12.68943	-46.13374
	(5.67285)	(5.25454)	(6.19518)	(26.2995)

Elaboración: Autores

Se tiene que ante cambios en el ratio de la deuda pública se espera que el cambio en el déficit se incremente, la inflación incremente, el crecimiento disminuya y la tasa de endeudamiento del interés se incremente. Esto concuerda con lo que dicen (Acevedo, 2014) (Desfrancois, 2014).

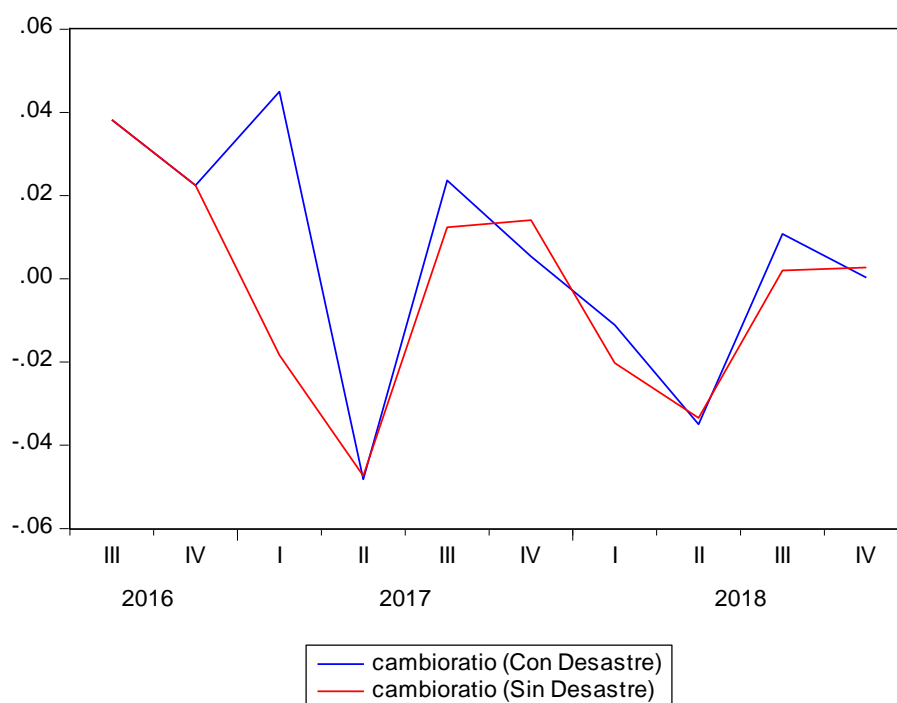
Anexo 7.- Proyecciones con desastres naturales para el 2017 y 2018

Luego de verificar que el modelo VAR-X cumple todos los criterios para poder utilizarlo, se procede a realizar diferentes proyecciones con escenarios negativos para tener un panorama más claro de las consecuencias en la economía ecuatoriana.

- **Escenario con un desastre natural en el primer trimestre del 2017**

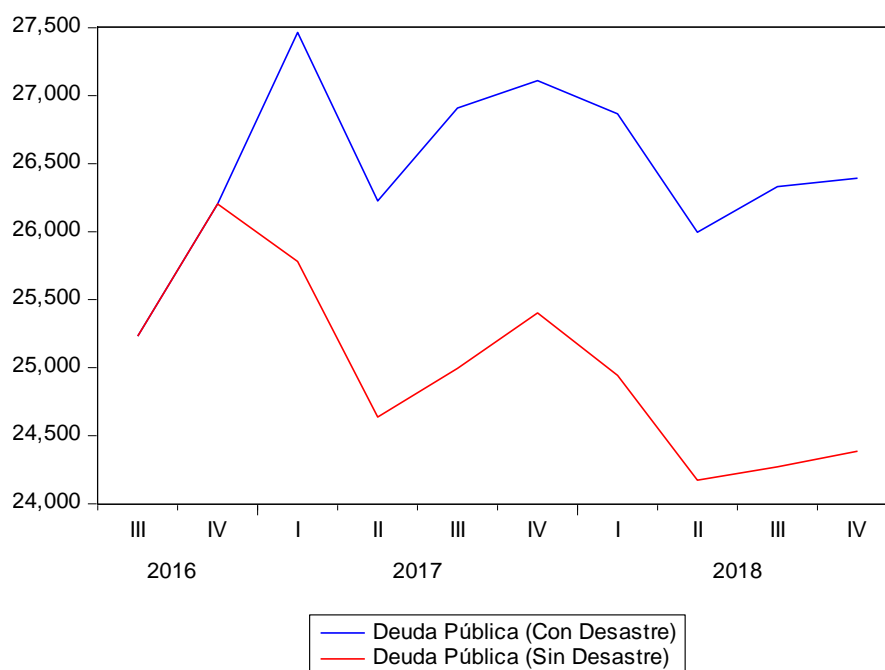
Este escenario es el escenario principal que se analiza durante la investigación, el mismo que encuentra resultados negativos para la economía ecuatoriana, como se puede observar en los siguientes resultados: se produce una reducción en el cambio del ratio de la deuda pública, incremento en la deuda pública del sector público no financiero y el incremento del ratio de la deuda pública.

Resultado 25. Proyección del cambio en el ratio de la deuda pública en presencia de un desastre natural en el primer periodo 2017.



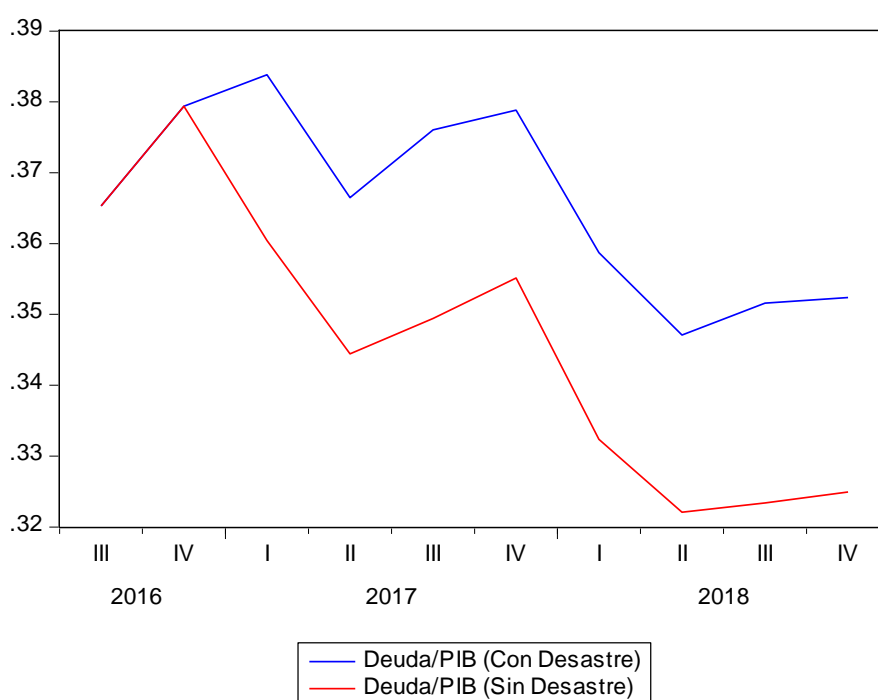
Elaboración: Autores

Resultado 26. Proyección de la deuda pública en presencia de un desastre natural en el primer periodo 2017.



Elaboración: Autores

Resultado 27. Proyección de la deuda pública / PIB en presencia de un desastre natural en el primer periodo 2017.

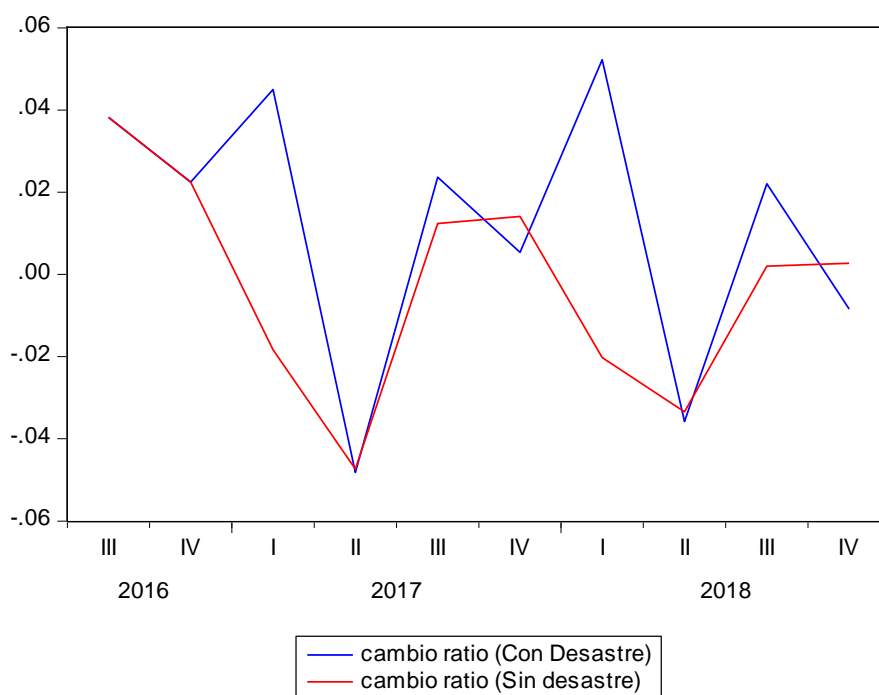


Elaboración: Autores

- **Escenario con dos desastres en el primer trimestre de cada año**

En la Economía ecuatoriana dada la ocurrencia de dos desastres naturales evidenciados en el primer trimestre del año 2017 y 2018, se puede observar un incremento del cambio del ratio de la deuda pública en el primer trimestre del año 2017 alcanzando 4,50 puntos porcentuales para luego estabilizarse teniendo un pequeño efecto en el tercer trimestre del mismo año, en el primer periodo del año 2018 donde se pronosticó el segundo desastre, se denota claramente un efecto mayor alcanzando 5,52 puntos porcentuales a diferencia de no suscitarse un desastre natural.

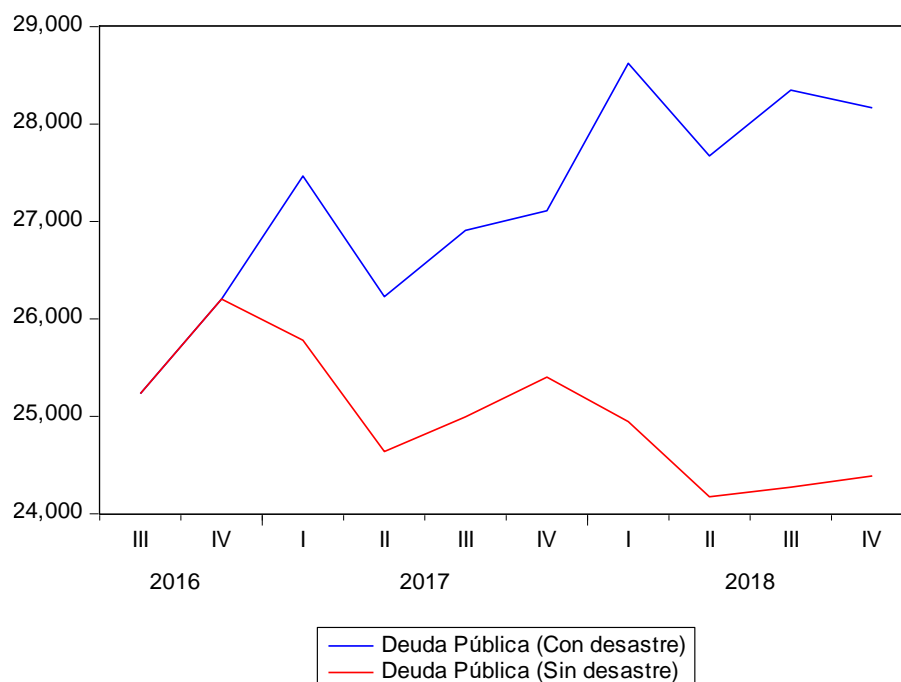
Resultado 28. Proyección del cambio en el ratio de la deuda pública en presencia de dos desastres naturales en el primer periodo 2017 y 2018.



Elaboración: Autores

Cuando se analiza la deuda pública total en niveles, se denota un incremento de 24.823,77 a 27.564,83 millones de dólares en promedio dada la ocurrencia de dos desastres naturales en los dos años proyectados.

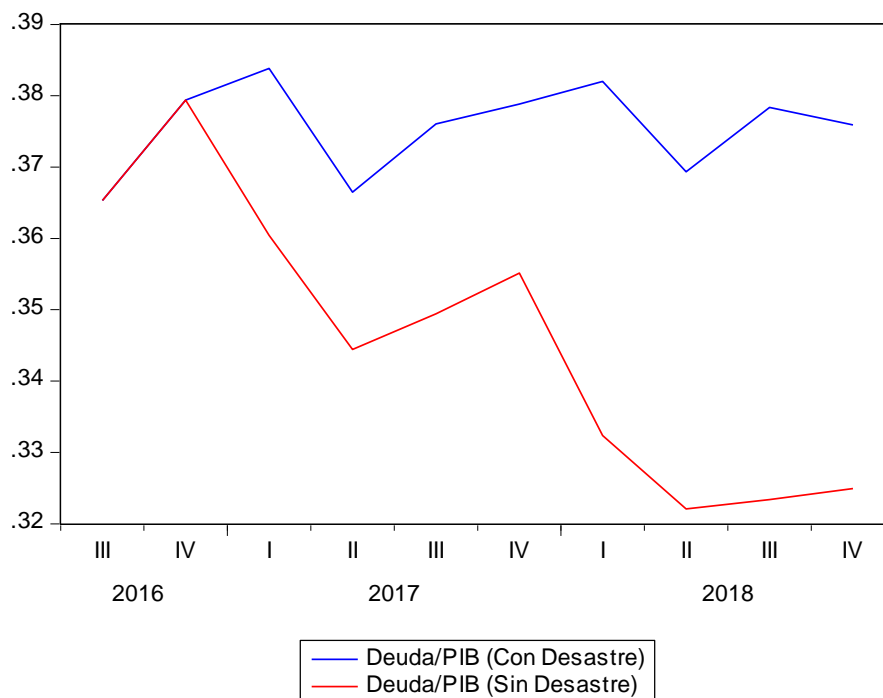
Resultado 29. Proyección del cambio de la deuda pública en presencia de dos desastres naturales en el primer periodo 2017 y 2018.



Elaboración: Autores

El ratio de la deuda pública sobre el PIB, también se ve incrementado en promedio de 2.54 puntos porcentuales dado la ocurrencia de dos desastres naturales; el promedio ratio deuda del escenario sin desastre natural es de aproximadamente 36.04% a diferencia del escenario con dos desastres que en promedio su ratio deuda está alrededor del 38,38%.

Resultado 30. Proyección de la deuda pública/PIB en presencia de dos desastres naturales en el primer periodo 2017 y 2018.

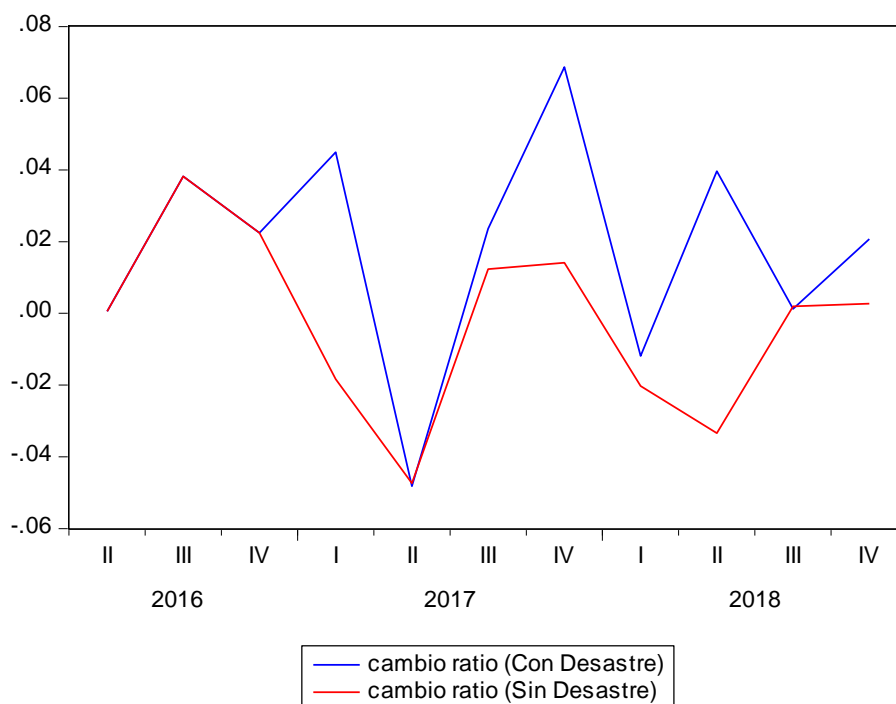


Elaboración: Autores

- **Escenario con tres desastres naturales 2017 Q1 Q4 2018 Q2**

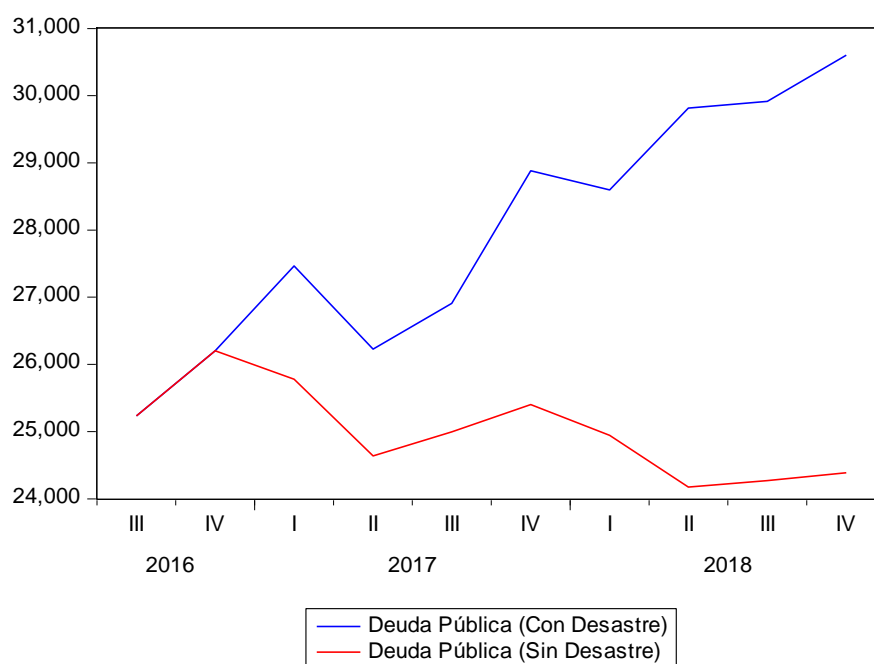
En este escenario se observa un mayor impacto en cuanto al cambio del ratio de la deuda pública con respecto a los periodos analizados, teniendo un incremento de 5.06 puntos porcentuales en promedio con respecto al escenario sin desastre natural. En el caso del ratio de la deuda pública sobre el PIB con la simulación de tres desastres (2017Q1, 2017Q4 y 2018Q2) se tiene en promedio que pasa del 33.90% al 38.96%.

Resultado 31. Proyección del cambio en el ratio de la deuda pública en presencia de un desastre natural en el primer periodo 2018.



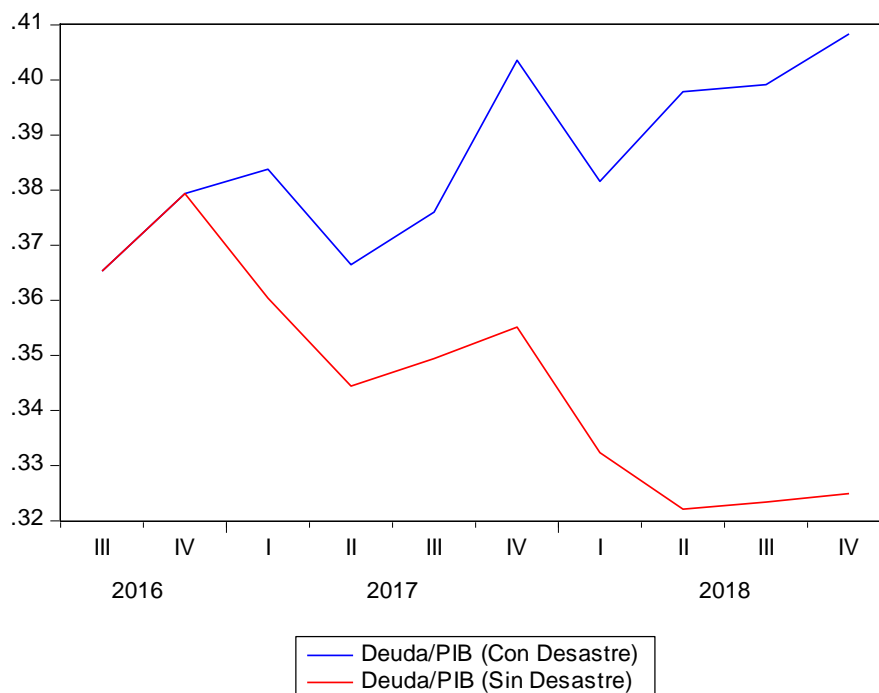
Elaboración: Autores

Resultado 32. Proyección de la deuda pública en presencia de un desastre natural en el primer periodo 2018.



Elaboración: Autores

Resultado 33. Proyección de la deuda pública /PIB en presencia de un desastre natural en el primer periodo 2018.

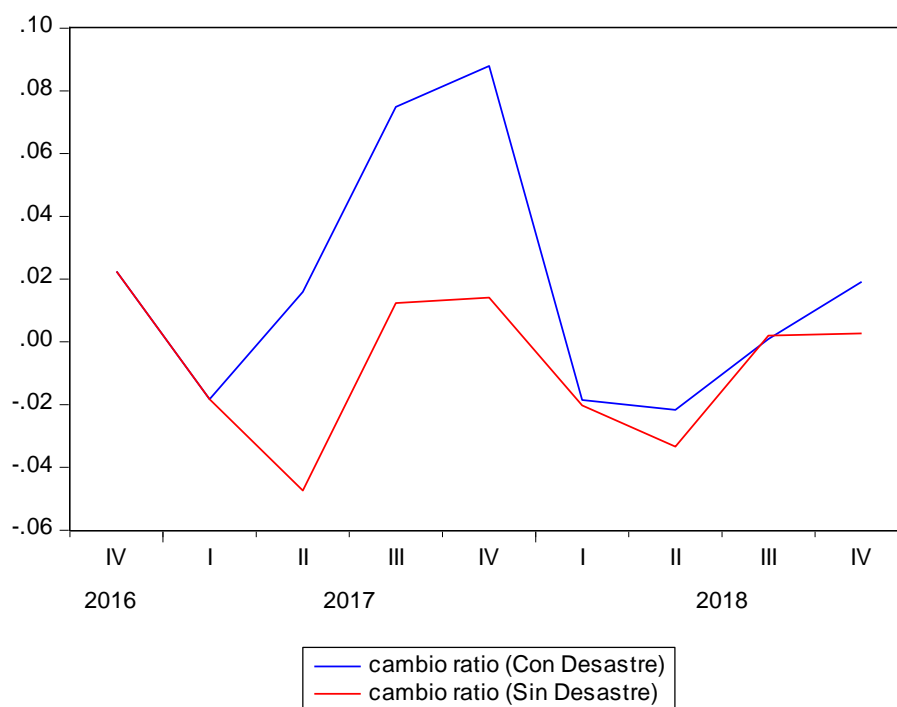


Elaboración: Autores

- **Escenario con tres desastres naturales**

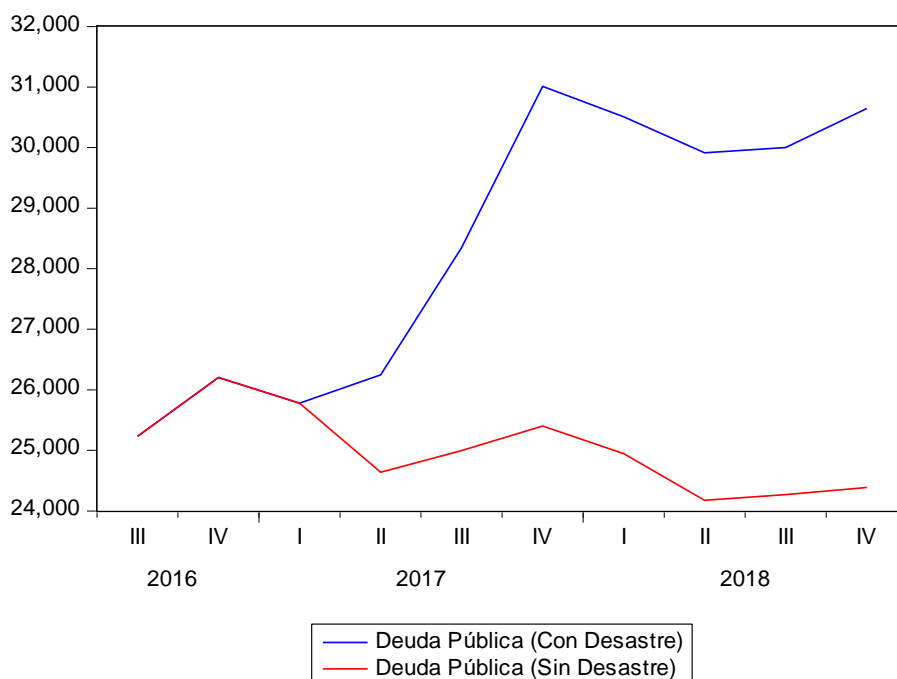
Al proyectar un escenario con tres desastres naturales (2017Q2, 2017Q3 y 2017Q4) en la Economía ecuatoriana los efectos son aún mayores, teniendo un incremento del ratio deuda en promedio de 5.75 puntos porcentuales, dado un nivel de endeudamiento del 39,66% en el escenario con la ocurrencia de tres desastres naturales, a diferencia del escenario sin desastre que tiene en promedio un nivel de ratio del 33.90%.

Resultado 34. Proyección del cambio en el ratio de la deuda pública en presencia de tres desastres naturales.



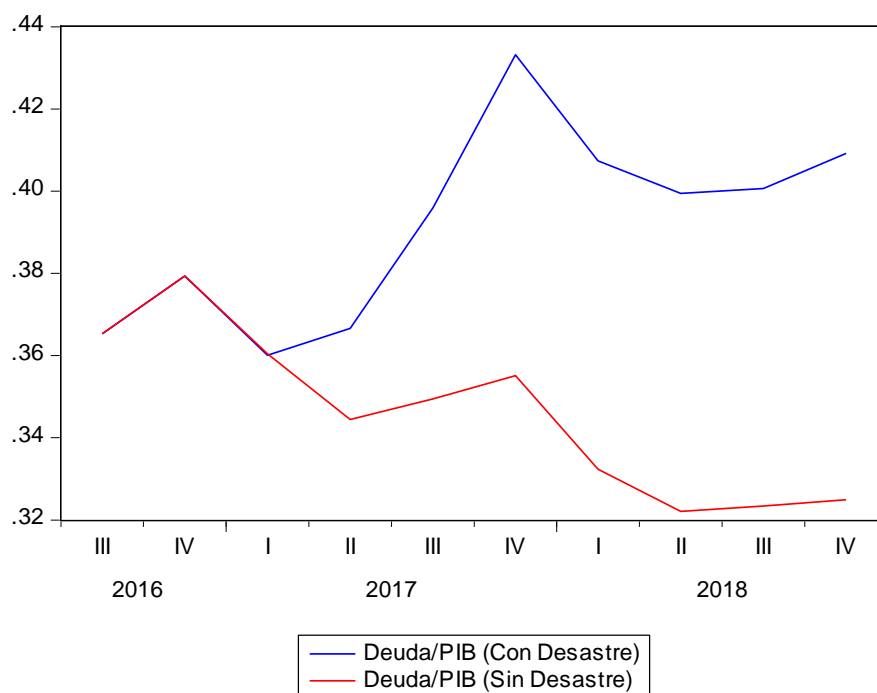
Elaboración: Autores

Resultado 35. Proyección de la deuda pública en presencia de tres desastres naturales.



Elaboración: Autores

Resultado 36. Proyección de la deuda pública/PIB en presencia de tres desastres naturales.



Elaboración: Autores

Preguntas de Investigación

Pregunta Principal

- ¿Existe riesgo de insostenibilidad fiscal, ante los impactos de desastres naturales según la trayectoria de la deuda pública/PIB en el Ecuador?

Pregunta Secundaria

- ¿Cuál es el nivel de variación del ratio de la deuda pública/PIB por desastres naturales, que generen un riesgo de insolvencia de finanzas públicas en el Ecuador?
- ¿Qué tiempo se demora la económica ecuatoriana en estabilizar la variación deuda pública, luego de la ocurrencia de un desastre natural?
- ¿Cómo varía el crecimiento económico, saldos fiscales, inflación y tasa de interés en la economía ecuatoriana en relación a los desastres naturales?

Hipótesis

Hipótesis Central

- Los desastres naturales en el Ecuador generan un riesgo de insostenibilidad fiscal dado el incremento de la trayectoria del ratio de la deuda pública/PIB.

Hipótesis Secundaria

- Los desastres naturales producen una variación de más del 2% del ratio de la deuda pública/PIB, generando riesgo de insostenibilidad fiscal en el Ecuador.
- Luego de registrar un desastre natural en el Ecuador, la variación deuda pública/PIB se estabiliza en el cuarto trimestre.
- Un desastre natural de gran magnitud disminuye el crecimiento económico, incrementa la tasa de interés, incrementa el déficit fiscal e incrementa la inflación.



FACULTAD DE CIENCIAS ECONOMICAS Y ADMINISTRATIVAS
CARRERA DE ECONOMIA

**“RIESGO DE INSOSTENIBILIDAD FISCAL EN DESASTRES
NATURALES, UN CASO APLICADO A LA ECONOMIA
ECUATORIANA. PERIODO 1980 – 2016”**

Protocolo de Titulación previa a la obtención del Título de Economista.

AUTORES:

Santiago Iván Castro Arteaga

C.I. 0105194856

Pablo Andrés Ortega Rivera

C.I 0105117659

DIRECTOR

Economista Juan Pablo Sarmiento

CUENCA – ECUADOR

2017

Resumen

Los desastres naturales han representado un gran impacto en las economías subdesarrolladas, especialmente en el caso de Ecuador, donde se ha podido evidenciar los problemas que puede atravesar un país en el ámbito de sus finanzas públicas al momento de generar una respuesta frente a dichos fenómenos impredecibles. El objetivo del presente trabajo de titulación es analizar el riesgo de insostenibilidad fiscal de la economía ecuatoriana al presentarse desastres naturales, mediante la simulación de la trayectoria de la deuda pública en presencia de un desastre natural de gran magnitud. Para este estudio, se utilizará los datos de las variables que determinan la evolución del ratio de la deuda pública/PIB en datos trimestrales correspondientes al periodo 1980-2016, así como los datos de los desastres naturales evidenciados en el Ecuador para el mismo periodo. Para ello, se utilizará un índice catastral, el cual considera si una catástrofe natural es de gran magnitud, si esta supera el 1% de la población total en el caso de pérdidas humanas y el 1% del PIB en el caso de pérdidas económicas y para el caso de la simulación de la deuda pública, se utilizará un modelo econométrico de Vectores Autoregresivos con variables exógenas (VAR-X), que nos permitirá simular diferentes escenarios tanto negativos como positivos para las finanzas públicas del Ecuador.

Tabla de Contenido

Resumen	91
Tabla de Contenido.....	91
Índice de Tablas.....	93
Tabla de Ilustraciones.....	93
Justificación.....	94
Revisión de Literatura	95
Resultados Teóricos.....	95
Resultados empíricos.....	97
Desastres naturales, riesgo de insostenibilidad fiscal	100
Marco Teórico	102
Desastres Naturales.....	102
Sostenibilidad de la deuda pública	103
Problematización.....	108
Desastres Naturales en el Ecuador	108
La Deuda Pública en la Historia Ecuatoriana 1980 – 2016.....	113
Sucretización de la deuda privada.....	115
Sostenibilidad de la Deuda Pública en el Ecuador.....	117
Preguntas de Investigación.....	117
Pregunta Principal	117
Pregunta Secundaria.....	117
Hipótesis.....	118
Hipótesis Central	118
Hipótesis Secundaria	118
Metodología.....	118
Base de datos para desastres naturales	118
Variables Económicas.....	121
Modelo empírico	122
CONTENIDO MÍNIMO	124
Bibliografía	125
ANEXOS	128

Índice de Tablas

Tabla 1. Fenómenos Originados por los Desastres Naturales	102
Tabla 2. Marco Legal	109
Tabla 3. Los 10 Desastres Naturales más Importantes en relación al número de afectados en el Ecuador entre 1980 – 2016.	110
Tabla 4. Total de afectados por Desastres Naturales en El Ecuador entre 1980 y 2016.....	111
Tabla 5. Total de daños económicos por Desastres Naturales en El Ecuador entre 1980 y 2016.....	111
Tabla 6. Contribución Solidaria Para Las Zonas Afectadas Por El Terremoto	112

Tabla de Ilustraciones

Ilustración 1. Canales de Transmisión de desastres naturales en la Deuda Pública/PIB.....	108
Ilustración 2. Deuda Pública Externa sobre el PIB del Ecuador 1980 - 1999	114
Ilustración 3. Evolución de la Deuda Publica / PIB 1990 - 2016.....	116

Justificación

El presente trabajo de titulación busca proporcionar información que pueda ser utilizada por organismos gubernamentales para la aplicación de nuevas políticas económicas, amortiguando los efectos de los eventos catastróficos en la sostenibilidad fiscal del Estado. La insostenibilidad fiscal es un problema real para todas las economías que se encuentran en desarrollo, la cual produce en estos países, una reducción del gasto público y aumento en los impuestos. De esta manera, se vuelve relevante conocer cuáles serían las consecuencias económicas y sociales que ocasionan los desastres naturales en el Ecuador. En la investigación que se llevará a cabo aporta nuevos conocimientos dentro del análisis económico del Ecuador, a partir de sucesos de desastres naturales. El presente estudio es factible, dado que se pueden utilizar un Modelo de Vectores Autoregresivos con Variables Exógenas VAR-X, las variables económicas se obtendrán de la base de datos de instituciones públicas del Ecuador como por ejemplo el BCE, las variables exógenas serán los desastres naturales que se obtienen de la base de datos EM-DAT, elaborados por el CRED (Centro de Investigación sobre Epidemiología de Desastres), con datos oficiales que garantizan resultados reales de la situación del país frente a desastres naturales.

Revisión de Literatura

Los desastres naturales son eventos que se dan de manera aleatoria generando consecuencias negativas para el crecimiento económico de los países, afectando la estabilidad macroeconómica, la sostenibilidad de la deuda y el déficit fiscal. Además las teorías analizan otros enfoques como religiosos, teológicos, políticos, sociales, ambientales, económicos entre otros. En esta sección se realizará una síntesis más exhaustiva de las consecuencias económicas que trae consigo los desastres naturales sin dejar a un lado los demás enfoques.

Resultados Teóricos

Para abordar los diferentes resultados teóricos que se pueden encontrar en la literatura de desastres naturales, en primera instancia se analizará el enfoque religioso la misma que desde el comienzo de la humanidad, según lo mencionado por Calderón, Gavarrete y Guzmán (2013) los desastres naturales se atribuyen a castigos divinos. Otro enfoque se refiere a la sobrepoblación dado por el crecimiento poblacional y el descontrolado crecimiento territorial que existe en las ciudades. (Smith & McCarty, 1996).

La calidad de vida y el desarrollo de las personas también es un tema que no se puede eliminar del análisis. Lindell y Prater (2003) hacen referencia sobre todo a la población más vulnerable. Smith y McCarty (1996) hace referencia a los impactos a largo plazo ocasionados por los desastres naturales; su análisis es mucho más complejo ya que se habla de daños en infraestructura humana y económica, alteraciones ambientales, efectos en los desequilibrios fiscales o externos, redistribución negativa del ingreso, entre otros.

Para la (OECD, 2003), la primera consecuencia que se origina de un desastre natural es el deterioro de las condiciones de vida del país donde se originó. También en ocasiones trae consecuencias negativas para los países vecinos.

Los desastres naturales afectan a las comunidades, regiones o países de diferentes formas como son: carreteras y transporte, líneas telefónicas y comunicación. La industria y las fuentes económicas se ven interrumpidas y en el peor de los casos destruidas completamente. Uno de las prioridades en

cualquier situación son los servicios de salud, que también se ven afectadas por varias dificultades como son: numero inesperado de muertes, lesiones o enfermedades; colapso de los servicios de salud; infraestructura destruida o afectada lo cual no permite la atención oportuna de la emergencia; afectaciones psicológicas como el pánico, trauma, etc. desnutrición por la falta de alimentos, entre otras. (Noji, 2000)

Para la investigación es necesario un análisis más profundo de los enfoques económicos, dados los diferentes estudios, en lo referente a crecimiento económico, donde no se analiza de manera concreta los efectos negativos ocasionados por desastres naturales en cuanto al crecimiento de una economía. En este contexto Barro (2006) asume un impacto negativo de los desastres naturales, los cuales están correlacionados con diferentes indicadores económicos, generando contracciones significativas en el PIB. En general, la literatura económica ha estudiado la relación que existe entre estas catástrofes y los impactos en los agregados macroeconómicos de un país, los cuales revisaremos a continuación.

Entre los principales modelos neoclásicos de crecimiento exógeno tenemos a Solow (1957), hace relación a la tasa de acumulación de capital físico y la tasa de crecimiento económico per cápita. El modelo de Solow muestra una relación inversa entre las consecuencias generadas por los desastres naturales y la función de producción, la cual está conformada por dos factores productivos capital (K) y trabajo (L). Por lo tanto afirma un impacto negativo ocasionado por desastres naturales a corto plazo²² sobre el crecimiento económico de un país, ya que se reduce el stock de capital que comprende al capital privado y la infraestructura pública, reduciendo la productividad del trabajo y por ende la capacidad productiva de un país. En relación al largo plazo²³, una vez que se reinicia el proceso de acumulación y reconstrucción, la tasa de crecimiento del PIB per cápita se recupera, mostrando incluso registros mayores a los que se encontraban antes del desastre natural, a

²² Corto Plazo: Lapso transcurrido entre el momento que ocurre el desastre natural y la implementación inmediata de medidas de emergencia y rehabilitación.

²³ Se identifica al largo plazo como el proceso de adaptación y reconstrucción que se realiza después del desastre natural ocurrido.

diferencia del impacto negativo que se da sobre el ingreso per cápita en el corto plazo.

Los desastres naturales también pueden ser estudiados en los modelos de crecimiento endógeno. Barro (1990) agrega el capital humano a los modelos neoclásicos y se caracterizan por ser modelos de crecimiento a escala. Este autor hace referencia a la relación del gasto público y el crecimiento económico, donde manifiesta que si el Estado realiza el financiamiento mediante endeudamiento, esto conlleva al alza de la tasa de interés; por lo tanto se reduce la inversión privada productiva y, si por el contrario se financia por medio de recaudación de impuestos, se observa una disminución del rendimiento de productividad. Estos dos aspectos conllevan a que si el estado interviene se reducirá de manera significativa el crecimiento económico de un país. Con esto se analiza el impacto o consecuencias de los desastres naturales, el mismo que genera una reducción en cuanto al factor de capital humano donde las económicas con abundancia de este factor, tienen menores consecuencias que las economías con menor factor de capital humano, afectando al crecimiento económico. Por otra parte en modelos que refieren a la inversión económica (Schumpeter, 1942) dice que el impacto de los desastres es positivo a largo plazo, ya que la ocurrencia de un desastre natural sería un fuerte determinante al incremento de la inversión que se realiza para la redención de los sectores afectados por la catástrofe sufrida.

Resultados empíricos

De acuerdo a algunos autores Noy (2009), Albala & Bertrand (1993) los desastres naturales en países en desarrollo son significativamente más costosos, que para países desarrollados. En su gran mayoría los estudios relacionados con desastres naturales, concluye que existen efectos negativos sobre el crecimiento económico a diferencia de lo mencionado por Albala & Bertrand (1993) quienes afirman que, aunque los desastres son un problema de desarrollo, estos no son necesariamente un problema para los países desarrollados. Skidmore & Toya (2002) afirman que la inversión de capital físico puede caer, pero también hay una sustitución hacia la inversión de capital humano. Los desastres también proporcionan el ímpetu para

actualizar el stock de capital y adoptar nuevas tecnologías, llevando a mejoras en la productividad total de los factores.

La mayoría de estudios empíricos encuentran un impacto negativo entre el crecimiento económico y las catástrofes naturales. Es por ello que Anbarci, Escaleras & Register (2005) aplican un modelo teórico a la predicción de resultados de cómo afecta negativamente en el ingreso per cápita y la desigualdad, tomando en cuenta que existen dos tipos de hogares: con ingresos bajos y altos; generando mayor repercusión en hogares con bajos recursos. Raddatz (2007), muestra la respuesta dinámica de la producción de países con ingresos bajos en tres clases de desastres naturales: geológicos, climáticos y humanos. Los mismos que no se encuentran correlacionados. Los resultados muestran que los desastres geológicos no presentan un gran impacto sobre el producto, al contrario de los desastres climáticos y geológicos, con una disminución del 2% y del 4% del PIB respectivamente. Raddatz (2009) Mediante una técnica de series de tiempo de panel, analiza el impacto a corto y largo plazo de los desastres climáticos y otros en el PIB de un País. Los resultados obtenidos indican que un desastre relacionado con el clima reduce en al menos el 0,6% del PIB real, es así que el aumento de la frecuencia de estos desastres durante las últimas décadas produce importantes costes macroeconómicos. Noy (2009) concluye que no hay evidencia de ninguna correlación entre las variables de población, dada una disminución por desastres y el crecimiento del PIB, además, de que los daños generados en la infraestructura son un determinante negativo del desempeño en el crecimiento del PIB, por gastos de reconstrucción y saneamiento de estas zonas. Los impactos a corto plazo de un desastre generan daños al capital social.

El estudio realizado por Hochrainer (2009) busca la relación que tienen los desastres naturales y en el PIB, así como también la amenaza en la reducción de activos. Los resultados a los que concluye el estudio encuentran impactos negativos dependiendo de la magnitud del shock, además, para disminuir estos efectos negativos en los indicadores macroeconómicos, sería adecuada la intervención de dos factores externos como son la ayuda extranjera y las

remesas. Loayza, Olaberría, Rigolini & Christiaensen (2009) definen tres ideas principales: en primer lugar, los desastres afectan al crecimiento económico pero no siempre negativamente, estos impactos se ven relacionados dependiendo del sector económico. En segundo lugar, no hay evidencia de resultados positivos en desastres considerados de gran magnitud. En tercer lugar, el impacto en el crecimiento en los países subdesarrollados, son más sensibles ante la ocurrencia de desastres naturales en donde se ven más afectados sus diferentes indicadores macroeconómicos. De igual forma se ha señalado (Fomby, Ikeda, & Loayza, 2013) una relación inversa de los desastres naturales en diferentes indicadores económicos; de esta manera los autores aclaran que en economías desarrolladas los impactos negativos se dan en menor proporción que en economías en desarrollo; también relatan una diferencia en el impacto según el tipo de desastres, diferenciando las catástrofes según el nivel de pérdidas económicas o humanas.

Se ha podido evidenciar que las políticas que adopta cada país a lo largo de los años son muy importantes, teniendo como resultado, menor impacto en las economías ante la presencia de estos shocks catastróficos; podríamos destacar que dichas políticas se encuentran relacionadas con la educación, la productividad, la apertura de un país entre otros, estas políticas son implantadas por países desarrollados, a diferencia de países en desarrollo que tienen menor capacidad para recaudar recursos y poder aplicar dichas políticas.

Los pocos estudios que se refieren a las consecuencias económicas de los desastres naturales, han logrado identificar algunas necesidades que puede un país adoptar para amortiguar los efectos negativos de los desastres naturales. El caso del Caribe, una de las zonas más afectadas por desastres naturales, es estudiada por Cashin & Sosa (2009); en este estudio aceptan la alta vulnerabilidad de las economías del caribe ante choques externos. Los autores llegan a la conclusión que los choques externos explican más de la mitad de la varianza del crecimiento de la producción real en mediano plazo. Rasmussen (2004) encuentra efectos a corto, mediano y largo plazo. Entre ellos están la contracción inmediata de la producción y el desequilibrio interno

y externo (corto plazo), el deterioro en los saldos fiscales y aumento en la pobreza (mediano plazo) y, a largo plazo ocasiona daños ambientales, impacto negativo sobre el stock de capital humano, aumento de la deuda pública conllevando al alza de la tasa de interés y la reducción de la inversión; en el caso del empeoramiento de saldos fiscales se podría incrementar la inflación, que puede generar una crisis financiera. Strobl (2008) realiza un estudio para evidenciar cuales son los efectos de los huracanes en las zonas costeras de Estados Unidos, evidenciando que ante una gran ola de huracanes los impactos en el corto plazo, genera una disminución inicial de 0,8 puntos porcentuales en el crecimiento económico, para luego recuperarse al año siguiente.

Desastres naturales, riesgo de insostenibilidad fiscal

Los desastres naturales pueden generar un riesgo sobre las finanzas públicas, como consecuencia de desequilibrios fiscales, afectado a las economías que se encuentran en desarrollo. Los estudios más importantes que se han enfocado macroeconómicamente acerca de los efectos fiscales de los desastres naturales, se encuentran los de Noy & Nualsri (2011), quienes analizan las consecuencias fiscales en el gasto público y los ingresos por desastres naturales para 22 países desarrollados y 20 países subdesarrollados en el periodo 1990 – 2005; los autores aplican un modelo de Vectores Autoregresivos con datos trimestrales de panel. Como resultado, ven diferencias en el impacto a países desarrollados y subdesarrollados, al utilizar diferentes políticas como son: contra-cíclicas²⁴ y pro-cíclica²⁵, respectivamente, mediante el gasto público y los impuestos. Ante este tipo de eventos los gobiernos necesitan amortiguar los efectos, mediante la acumulación necesaria de un fondo de emergencia.

Otra aplicación acerca de las consecuencias fiscales, lo realiza Acevedo (2014), el cual comprueba los efectos de los desastres naturales con relación al PIB per cápita y la deuda pública como porcentaje del PIB en el Caribe, mediante el modelo de vectores Autoregresivos con variables exógenas para

²⁴ Políticas Contra-Cíclicas: incremento del gasto público en sectores estratégicos, reducción de impuestos.

²⁵ Políticas Pro-Cíclicas: disminución del gasto público y el incremento de impuestos.

los desastres (tormentas e inundaciones) con datos de panel de 12 países del Caribe para un periodo de 40 años. Las catástrofes evidencian un efecto negativo sobre el crecimiento, y en cuanto a la deuda pública solo se ve afectada por las inundaciones. El ratio de la deuda pública se ve afectada por la consecuencia de un PIB más bajo, al igual que un aumento de los niveles de deuda los mismos que serán destinados a la recuperación y reconstrucción de las zonas afectadas.

Durante la revisión de la literatura se logró identificar un estudio que es aplicable al Ecuador, denominado “Insostenibilidad fiscal ante desastres naturales un caso aplicado al Salvador”, que es un país vulnerable ante estos shocks externos, realizado por Desfrancois (2014). Además de esta vulnerabilidad, la economía salvadoreña tiene varias similitudes con el Ecuador, dado que también es una economía dolarizada y depende mucho de sus ingresos corrientes por remesas del exterior. Al mismo tiempo de ser vulnerables a desastres naturales, El Salvador tiene un constante riesgo de no sostenibilidad de la deuda pública alcanzando un endeudamientos del 60% en relación al PIB. El estudio concluye que un desastre natural tiene una relación directa con el ratio de la deuda sobre el PIB, la cual se incrementa en 5.8 puntos porcentuales en promedio cuando ocurre una catástrofe natural de gran magnitud. El autor utiliza la metodología de Fomby, Ikeda & Loayza (2013), para diferenciar entre eventos climáticos grandes y pequeños. El impacto fiscal generado por los desastres naturales, tiene un efecto importante en la inversión pública, ya que muchos recursos son destinados a la reconstrucción, además de la disminución de los ingresos del sector público. También se observa una contracción del PIB durante los dos trimestres después del desastre natural, lo que conlleva al aumento del ratio de la deuda sobre el PIB. Otra de las variables que afecta una catástrofe es la tasa de interés, la misma que se ve incrementada durante tres trimestres posteriores al evento. La evidencia principal del autor es la desviación significativa de la trayectoria de la deuda pública en presencia de desastres naturales.

Marco Teórico

Desastres Naturales

Para tener una idea clara de los desastres naturales es importante definirla, según la CEPAL (2013) expresa que: “son consecuencia de fenómenos naturales desencadenantes de procesos que provocan daños físicos y pérdidas de vidas humanas y de capital, al mismo tiempo alteran la vida de comunidades y personas, y la actividad económica de los territorios afectados” (pág. 17). Los desastres naturales traen consigo consecuencias negativas de manera inmediata ocasionada por terremotos, huracanes y existen otros desastres como las sequías, inundaciones que no se logra identificar de manera inmediata los daños ocasionados o las pérdidas económicas.

La Estrategia Internacional de las Naciones Unidas para la Reducción de Desastres y la EM-DAT/CRED, agrupa de manera similar a los fenómenos en 4 categorías: Internos de la tierra, externos de la tierra, meteorológicos e hidrológicos y biológicos. En la tabla 1 se muestra este tipo de eventos.

Tabla 5. Fenómenos Originados por los Desastres Naturales

Fenómeno	Consecuencias
Internos de la tierra (geofísicos)	Sismos Maremotos Erupciones Volcánicas
Externos de la tierra (geofísicos)	Deslizamientos de tierra. Derrumbe Aluviones
Meteorológicos e Hidrológicos	Huracanes Tornados Inundaciones Sequías Marejadas

Fuente: CRED – EMDAT. Centre for Research on the Epidemiology of Disasters. Emergency Events Database.

Elaboración: Autores.

En cuanto a los desastres naturales que se consideran de gran magnitud en términos económicos -siguiendo a Fomby (2009)- se aplica un índice catastral que define a un evento catastrófico de gran magnitud como aquel que supera los daños ocasionados en un 1% del PIB; esto se diferencia en los tipos de desastres y el impacto de cada uno de ellos en las finanzas públicas, siendo algunos más nocivos que otros. Según la teoría y estudios anteriores, los

eventos catastróficos más dañinos para las finanzas públicas y la sociedad en general son los terremotos.

Sostenibilidad de la deuda pública

Los principales desequilibrios macroeconómicos se ven afectados como consecuencia de la deuda pública en términos relativos al PIB, es por eso que empezaremos describiendo algunos conceptos propuestos por varias organizaciones tanto nacionales como internacionales:

Según el Banco Central del Ecuador:

“la deuda pública, incluye los movimientos por concepto de desembolsos, amortizaciones, intereses y otros cargos financieros; tanto por acreedor como por deudor. La deuda por acreedor, presenta el movimiento de los préstamos clasificados entre organismos internacionales, gobiernos, bancos proveedores y de financiamiento de Balanza de Pagos; en tanto que la deuda pública por deudor presenta el movimiento de los préstamos del sector público no financiero (SPNF) y sector público financiero. Por otra parte, las estadísticas de la deuda incluye el movimiento de la deuda (desembolsos, amortizaciones, intereses y otros cargos financieros) tanto por modalidad del préstamo como por plazo (corto y largo plazo)”.

Según el Fondo Monetario Internacional:

“la deuda se compone de todos los pasivos que exigen el pago de intereses y de principal por parte de un deudor a un acreedor en una fecha o fechas futuras. Por consiguiente, todos los pasivos del sistema de Estadísticas de Finanzas Públicas (EFP) son deuda, excepto las acciones y otras participaciones de capital y los derivados financieros”.

Para un buen desempeño macroeconómico, la economía de un país debe tener solvencia en sus finanzas públicas, esto implica tener equilibrio entre los resultados presupuestarios futuros y el nivel de endeudamiento público. La sostenibilidad en finanzas públicas permite la continuidad de las políticas gubernamentales aplicadas. Según el FMI, estima que un determinado nivel

de deuda es viable si permite cumplir con la limitación presupuestaria, sin necesidad de corregir a futuro.

Los problemas que se dan por insolvencia en una economía tienen fuertes impactos económicos, como son la falta de liquidez y la falta de financiamiento, los cuales se pueden solucionar con una reducción o recorte del gasto público, incremento de los ingresos y acceso a un mayor endeudamiento.

Dada la insolvencia del Estado el gobierno puede incurrir en un déficit fiscal, el cual se convierte en un problema al no generar suficientes recursos futuros para cubrir las deudas contraídas, lo cual ponen en duda la continuidad de las políticas aplicadas por el gobierno.

Riesgo De Insostenibilidad Fiscal

Los riesgos fiscales se definen como fuentes de estrés financiero que podría enfrentar un gobierno en el futuro y que requeriría financiamiento, de la misma forma el FMI, define como factores que derivan en potenciales des variaciones entre el pronóstico de un gobierno y su posición fiscal efectiva. Dado esta aclaración, los riesgos fiscales se dan por factores externos de la economía de un país, como puede ser el caso de la ocurrencia de un desastre natural, el cual no está previsto por el gobierno y es motivo de disturbios en los presupuestos y finanzas públicas de un país, generando un riesgo en el financiamiento, debido a las restricciones de la capacidad del gobierno para emitir nueva deuda, por la proximidad y agrupamiento de vencimientos de deuda (Pérez, 2015).

Canales de Transmisión

Para identificar los canales de transmisión que generan impactos negativos sobre el nivel de la deuda pública, es necesario identificar la dinámica que sigue la sostenibilidad de la deuda pública que no es otra cosa que la solvencia de largo plazo del gobierno. Se empieza con la restricción del presupuesto del gobierno, que se define con la siguiente ecuación (Desfrancois, 2014):

$$D_t = (1 + i_t)D_{t-1} - (T_t - G_t) \quad (1)$$

Donde,

D_t = Stock de deuda pública del periodo t ,

i_t = Tasa nominal de interés de un periodo

$(T_t - G_t)$ = Superávit fiscal en el periodo $t = SP_t$

T_t = Ingresos del Gobierno

G_t = Gastos totales del gobierno

Ahora, la ecuación (1) la transformamos para poner la deuda pública como ratio del PIB, y tenemos la ecuación (2):

$$d_t = \frac{1 + i_t}{1 + c_t} d_{t-1} - (t_t - g_t) \quad (2)$$

Donde,

c_t = Crecimiento económico

d_t, d_{t-1}, t_t, g_t = Corresponden a las D_t, D_{t-1}, T_t, G_t , en porcentaje del PIB

Estabilidad del ratio de endeudamiento

Si partimos de la ecuación (1) de la deuda pública como ratio del PIB, y con el superávit fiscal, se obtiene

$$\frac{D_t}{Y_t} = \frac{(1 + i_t)D_{t-1}}{Y_t} - \frac{SP_t}{Y_t} \quad (4)$$

A partir de la dinámica del PIB, $Y_t = (1 + c)Y_{t-1}$, la variación del ratio de la deuda sobre el PIB se escribe.

$$\Delta\left(\frac{D_t}{Y_t}\right) = \frac{(i - c)D_{t-1}}{(1 + c)Y_{t-1}} - \frac{SP_t}{Y_t} \quad (5)$$

La ecuación quiere decir que la variación del ratio de la deuda sobre el PIB aumenta más cuando el déficit y la tasa de interés son altos y cuando la tasa de crecimiento es baja. Al contrario una política fiscal es sostenible si permite al menos estabilizar el ratio deuda sobre PIB. Para estabilizar el ratio de la deuda pública, el gobierno debe tener una variación nula, es decir que debe:

$$\frac{SP_t}{Y_t} = \left[\frac{i - c}{1 + c} \right] \frac{D_{t-1}}{Y_{t-1}} \quad (6)$$

Por lo tanto, $\alpha = \frac{D_t}{Y_t}$ y $sp = \frac{SP_t}{Y_t}$, reescribiendo (6) se obtiene la ecuación:

$$sp = \alpha \left[\frac{i - c}{1 + c} \right] \quad (7)$$

Dado que la tasa de interés y la tasa de crecimiento se escriben de la manera siguiente:

$$i = (1 + r^*)(1 + \pi) - 1 \quad (8)$$

$$c = (1 + c^*)(1 + \pi) - 1 \quad (9)$$

Con r^* la tasa de interés real y c^* la tasa de crecimiento real, y la tasa de inflación π .

Remplazando (8) y (9) en la ecuación (7) de variación nula, se obtiene la igualdad siguiente que caracteriza las condiciones de estabilidad del ratio de la deuda:

$$sp = \alpha \left[\frac{r^* - c^*}{1 + c^* + \pi} \right] \quad (10)$$

Si la tasa de interés es superior a la tasa de crecimiento un superávit primario es indispensable a la estabilidad del ratio, a diferencia de una tasa de crecimiento económico mayor a la tasa de interés, donde existiría estabilidad del ratio de la deuda a pesar de tener un déficit fiscal primario.

Dado el análisis de la sostenibilidad de la deuda publica en relación al ratio del PIB, que incluyen las diferentes variables económicas es posible distinguir diferentes aspectos que pueden tener los desastres naturales; identificando los canales de transmisión directos entre los desastres naturales sobre las variables económicas y los impactos directos de como las variables reaccionan entre ellas.

Para la identificación de los canales de transmisión y asegurar la estabilidad del modelo, es necesario la utilización de las siguientes variables logarítmicas en diferencias así como lo utiliza Desfrancois (2014):

$$Tasa\ de\ crecimineto\ del\ PIB_t = \ln(PIB_t) - \ln(PIB_{t-1})$$

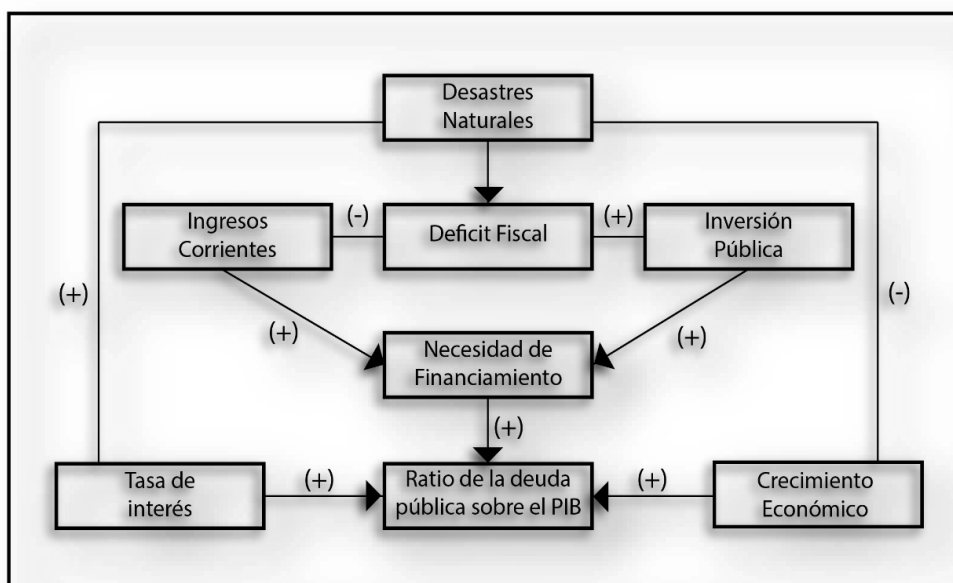
$$Inflación_t = \ln(IPC_t) - \ln(IPC_{t-1})$$

$$Tasa\ de\ interés_t = \ln(1 + tasa_t)$$

$$Cambios\ en\ el\ déficit_t = \left(\frac{Déficit_t}{PIB_t} \right) - \left(\frac{Déficit_{t-1}}{PIB_{t-1}} \right)$$

$$Cambios\ en\ el\ ratio\ de\ la\ Deuda_t = \ln \left(\frac{Deuda_t}{PIB_t} \right) - \ln \left(\frac{Deuda_{t-1}}{PIB_{t-1}} \right)$$

La ilustración 1 hace referencia a cómo actúan los desastres naturales en relación a las diferentes variables económicas, como es evidente y asumiendo la teoría explicada a lo largo de la investigación genera efectos directos de déficit fiscal que trae como consecuencia que los ingresos corrientes disminuyan ante la ocurrencia de un desastre de gran magnitud, al mismo tiempo para la recuperación post-desastre es necesario el financiamiento para la reconstrucción, por lo que la inversión pública aumenta, lo cual hace necesario la búsqueda de financiamiento que conlleva a una alza del ratio de la deuda pública/PIB. De manera indirecta o paralela se ve afectada la Tasa de interés incrementándola, la cual da como resultado el aumento del ratio de la deuda pública/PIB; a diferencia del impacto ocasionado en el crecimiento económico el cual se reduce por la ocurrencia de un desastre natural, ocasionando un alza en el endeudamiento público/PIB.

Ilustración 7. Canales de Transmisión de desastres naturales en la Deuda Pública/PIB.

Fuente: (Desfrancois, 2014).

Adecuación: Autores

Problematización**Desastres Naturales En El Ecuador**

En la Región Andina, para el caso de Ecuador, presenta un alto grado de vulnerabilidad en la presencia de desastres naturales, ya que se encuentra en el cinturón de fuego²⁶, ocupando el puesto número 5 en el ranking mundial de puntos calientes de desastres en mayor presencia de amenazas geológicas. (Departament of Health Emergencies).

El presente apartado tiene la finalidad de exponer lo que ha sucedido, en el tema de desastres naturales comprendidos desde el año de 1980 – 2016, avalando lo que dice CEPAL, de que el Ecuador es muy vulnerable ante estos eventos. Para lo cual es necesario que tenga el soporte jurídico, donde el Pueblo se sienta respaldado, como es el Caso de la Constitución y el COOTAD expuestos en la Tabla 2.

²⁶ El Cinturón de Fuego del Pacífico concentra algunas de las zonas de subducción más importante del mundo, ocasionando una alta incidencia de actividad sísmica y volcánica. El Ecuador se ubica en la placa Sudamericana y la Placa de Nazca

Tabla 6. Marco Legal

RESUMEN JUSTIFICATIVO DEL MARCO JURIDICO		
Ley	Art.	Resumen
Constitución de la República del Ecuador (2008)	389	El Estado garantiza la protección de las personas, ciudadanía y naturaleza frente a desastres naturales sean estos de origen natural o antrópico. Emplear mecanismos para prevenir, mitigar, atender y recuperar eventuales efectos negativos.
	390	La responsabilidad será directa de las instituciones dentro de su ámbito geográfico.
Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomías y Descentralización. (COOTAD)	54	Son funciones de los GADs Municipales: e) Elaborar y ejecutar el plan cantonal de desarrollo, el de ordenamiento territorial y las políticas públicas en el ámbito de sus competencias y en su circunscripción territorial, de manera coordinada con la planificación nacional, regional, provincial y parroquial, y realizar en forma permanente, el seguimiento y rendición de cuentas sobre el cumplimiento de las metas establecidas; j) Implementar los sistemas de protección integral del cantón que aseguren el ejercicio, garantía y exigibilidad de los derechos consagrados en la Constitución y en los instrumentos internacionales, lo cual incluirá la conformación de los consejos cantonales, juntas cantonales y redes de protección de derechos de los grupos de atención prioritaria. Para la atención en las zonas rurales coordinará con los gobiernos autónomos parroquiales y provinciales; o) Regular y controlar las construcciones en la circunscripción cantonal, con especial atención a las normas de control y prevención de riesgos y desastres.
	55	Competencias exclusivas del gobierno autónomo descentralizado municipal: m) Gestionar los servicios de prevención, protección, socorro y extinción de incendios.

Fuente: (Constitución del Ecuador, 2008), (Codigo Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización, 2011).

Elaboración: Autores

Con respecto a los desastres que más daños y personas afectadas han dejado a nivel Nacional, se encuentra el último ocurrido el mes de Abril de 2016, como se puede observar en la Tabla 3, dejando un total de 1'230.147 personas afectadas, entre las cuales 677 personas murieron a causa del mismo; según el Presidente Rafael Correa los daños podrían ser de un 3% del PIB²⁷. Durante el año 2015 también se vivió los estragos de las actividades sísmicas presentadas por el Volcán Cotopaxi, que dejo aproximadamente 930.042 personas afectadas. En el año de 1982, se registró una de las mayores inundaciones en el litoral del Ecuador; Egas (2003) indica que las estimaciones en pérdidas económicas son el 3,18% en relación al PIB y al

²⁷ Diario el Universo, Rafael Correa evalúa daños por terremoto hasta en \$3.000 millones, Martes 19 de abril de 2016

28,63% de la producción agropecuaria. Esto deja una clara evidencia que el Ecuador se encuentra amenazado por la ocurrencia de desastres naturales.

Tabla 7. Los 10 Desastres Naturales más Importantes en relación al número de afectados en el Ecuador entre 1980 – 2016.

Año	Desastre	Lugar	Total Afectado
2016	Terremoto	Manabí y Esmeraldas	1230147
2015	Volcán	Cotopaxi	930042
1982	Inundación	Costa	700000
2006	Volcán	Pelileo, Patate, Baños de Agua Santa, Mocha	300263
2008	Inundación	Samborondón, Salitre, Daule, Chone, Azuay, El Oro, Esmeraldas, Santa Elena, Loja	289122
1992	Inundación	Guayas, Manabí, El Oro, Los Ríos, Esmeraldas, Cotopaxi, Loja, Galápagos.	205000
1983	Inundación	Costa	200000
1987	Terremoto	Ambato, Tungurahua.	150006
2002	Volcán	Cayambe, Quito, Rumiñahui, El Chaco.	149650

Fuente: CRED – EMDAT. Centre for Research on the Epidemiology of Disasters. Emergency Events Database.

Elaboración: Autores.

En la historia reciente del Ecuador en el periodo de 1980 – 2016, se han generado 38 desastres naturales, entre Terremotos, Inundaciones y Sequias, que son los que más impacto negativo han traído al Ecuador. La mayor parte de desastres naturales han sido inundaciones, las mismas se han desatado en la región litoral, las cuales fueron ocasionadas por el Fenómeno del Niño. Una de ellas, que sucedió en los años de 1997 y 1998, dejó fuertes consecuencias económicas, misma que se calcularon como pérdidas que equivalen a \$7.500 millones de dólares del PIB de 1997 según la Corporación Andina de Fomento²⁸. La ocurrencia de sequias y terremotos representan el otro porcentaje, generando mayores pérdidas en terremotos.

²⁸ Corporación Andina de Fomento, El fenómeno del niño 1997-1998, Memoria, Retos y Soluciones. Vol. 4.

Con antes se mencionó que el Ecuador es un país vulnerable ante desastres naturales ya que se encuentra en una zona altamente sísmica, en las placas tectónicas Sudamericana y Nazca, generando un alto riesgo ante terremotos. Como se puede observar en la Tabla 4, el número de ocurrencia de desastres naturales se ha incrementado, analizando en periodos de 12 años. Durante el periodo de 1980 al 2016, el Ecuador experimenta en promedio aproximadamente 1 desastre natural al año. Como consecuencia de estos desastres naturales, ha generado un total de 6.583 muertes y 3'332.834 personas afectadas. Aunque los terremotos no suceden con mayor frecuencia, representan 11 del total de 38 desastres, los mismos que han dejado un total de 5.727 muertes y 1'420.356 personas afectadas.

Desfrancois (2014), para el caso de El Salvador encuentra 38 desastres naturales en el periodo de 1980 – 2013, con lo cual esta investigación es factible al encontrar datos similares sobre los desastres naturales ocurridos en el Ecuador.

Tabla 8. Total de afectados por Desastres Naturales en El Ecuador entre 1980 y 2016.

Año	Número de ocurrencias	Muertos	Heridos	Afectados	Sin Hogar	Total afectados	Afectados (%POB)
1980 - 1992	9	5378	56	1071500	230000	1301556	1,08%
1993 - 2004	13	401	469	166362	21911	188742	0,13%
2005 - 2016	16	804	230177	1597737	14622	1842536	1,02%
SUMA	38	6583	230702	2835599	266533	3332834	2,23%

Fuente: CRED – EMDAT. Centre for Research on the Epidemiology of Disasters. Emergency Events Database. Banco Mundial.

Elaboración: Autores.

Tabla 9. Total de daños económicos por Desastres Naturales en El Ecuador entre 1980 y 2016.

Año	Número de Ocurrencia	Costo Total Económico	Costo Promedio por Desastre	PIB promedio	Costo Promedio por Desastre (%PIB _p)
1980 - 1992	9	1767,10	196,34	16720,04	1,17%
1993 - 2004	13	294,00	22,62	25622,12	0,09%
2005 - 2016	16	4314,50	269,66	72541,32	0,37%
SUMA	38	6375,60	488,62	114883,49	1,63%

Fuente: CRED – EMDAT. Centre for Research on the Epidemiology of Disasters. Emergency Events Database. Banco Mundial.

Elaboración: Autores.

Con respecto al costo promedio que han ocasionado los desastres naturales podemos observar que desde el año de 1980 a 1992 representan el 1,06% con respecto al PIB.

Políticas adoptadas para amortiguar los desastres Naturales

Las políticas y cambios que se han dado en el Ecuador, como consecuencia de los desastres naturales han dejado varias lecciones, entre ellas la creación de un nuevo sistema de Riesgo, el mismo que desde mayo del 2008, la institución responsable es la Secretaria Técnica de Gestión de Riesgos algunos de los mecanismos tenemos:

La Ley Solidaria y de Corresponsabilidad Ciudadana por el terremoto del año 2016, aprobada por la Asamblea Nacional Constituyente, llegaron al acuerdo de incrementar dos puntos el IVA del 12% al 14%; además otras de las contribuciones solidarias tenemos: al patrimonio, sobre las utilidades, sobre bienes muebles y derechos representativos de capital de propiedad de sociedades no residentes y un día de remuneración. El Servicio de Rentas Internas del Ecuador ha recaudado con respecto a la contribución para las zonas afectadas por el terremoto la cantidad de 1.375'294.103,60 dólares americanos que se encuentran detallados en la tabla 5.

Tabla 10. Contribución Solidaria Para Las Zonas Afectadas Por El Terremoto

CONTRIBUCIÓN	MONTO TOTAL RECAUDADO
Contribución solidaria sobre el patrimonio	203'307.854,16
Contribución solidaria sobre las utilidades	357'364.574,54
Contribución solidaria sobre bienes inmuebles y derechos representativos de capital de propiedad de sociedades no residentes	138'928.975,98
Contribución solidaria de un día de remuneración	62'321.634,97

Contribución solidaria del IVA	402'444.143,46
Multas e intereses a la Ley de Contribución Solidaria y de Corresponsabilidad Ciudadana	7'619.066,49
TOTAL	1.375'294.103,60

Los valores de contribución de IVA corresponden al 2% de IVA.

Comprende desde el mes de Junio de 2016 a Enero 2017

Fuente: Servicio de Rentas Internas SRI

Elaboración: Autores

Para el análisis correcto de cuáles serían las consecuencias fiscales en el Ecuador o como cualquier país del mundo, luego de ocurrir un desastre natural, es necesario analizar la deuda pública, ya que en las económicas en desarrollo se ven incrementadas, como mecanismo de apoyo para la reconstrucción de las zonas más afectadas.

La Deuda Pública en la Historia Ecuatoriana 1980 – 2016

Para analizar la deuda pública generada en el Ecuador, es importante revisar algunos de los acontecimientos que han marcado historia, como es la Bonanza Petrolera en el Ecuador dada entre los años de 1972 y 1982, en ese entonces la política empleada empezó a cubrir los gastos de la deuda externa e interna, a cambio de mejorar la calidad de vida del pueblo ecuatoriano. La relación de la deuda pública con respecto al PIB, en ese entonces manejada por los gobiernos militares, en el año de 1971 era apenas del 4,1% para luego en 1976 alcanzar el 5,7%; en 1997 el 7,5; 1978 el 16,9% y al cierre de 1979 el 28,6% (Ramos, 2013).

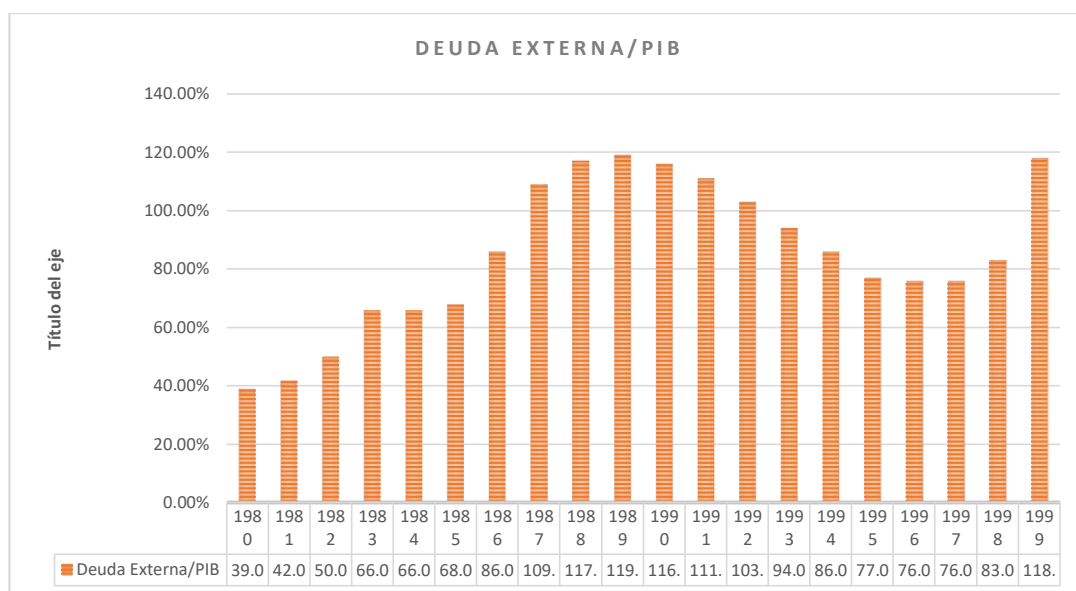
En la década de los 80's, el Ecuador enfrentó grandes crisis, generadas en el sector fiscal y balanza externa, esto como consecuencia de: la caída del petróleo en el año de 1982, la interrupción de los flujos de capital por la moratoria de pagos iniciada en México; además de varios factores exógenos entre ellos inundaciones afectando principalmente al sector agrícola²⁹ y el

²⁹ Desaparecieron plantaciones enteras de banano, café y cacao; limitando la oferta exportable del país.

terremoto del año de 1987³⁰ el mismo que destruyó el oleoducto de transporte de crudo³¹, y la propia política económica empleada.

En ese entonces todos creían que el petróleo sería un mecanismo generador de cambios estructurales para el desarrollo sostenido del Ecuador pero fue todo lo contrario; convirtiéndose en un país dependiente de recursos internacionales. La siguiente ilustración muestra la evolución de la deuda externa del Ecuador en el periodo de crisis, llegando hasta una deuda del 119% con respecto al PIB, en el año de 1989.

Ilustración 8. Deuda Pública Externa sobre el PIB del Ecuador 1980 - 1999



Fuente: Banco Central del Ecuador, Información Estadística Mensual N°. 1793

Elaborado: Autores

La política cambiaria³² fue una de las políticas, mayormente empleadas como se indica en el anexo 1, que generaron escenarios positivos y negativos; cuando se habla de efectos positivos, se puede destacar el importante superávit de la balanza de bienes, ajuste de la balanza comercial y el superávit permanente en el intercambio comercial con el exterior. El Banco Central tuvo que afrontar, dos de las grandes consecuencias generadas en el Ecuador: 1.) La “Sucretización” de la deuda externa privada y 2.) El “Salvataje bancario” en los años 90’s.

³⁰ Perdas aproximadas el 10% del PIB de 1987.

³¹ Suspendió las exportaciones de petróleo por 6 meses.

³² Tipos de cambio Fijo, libre, mini devaluaciones anunciadas, bandas cambiarias, flotación controlada y flotación limpia, entre otras.

Sucretización de la deuda privada

Sin embargo, en el gobierno de Oswaldo Hurtado, el sector privado atravesó situaciones negativas entre ellas la incapacidad de pago de la deuda externa, la misma que podía generar el cierre de empresas y la disminución de empresas, por consiguiente altos índices de desempleo, altos índices de pobreza. Por lo que el Banco Central asumió la deuda de la banca privada, obligado a pagar en sucres, la cantidad de 1.300 millones de dólares (Acosta, 1994).

Trajo consecuencias negativas para el sector público y el bienestar de la población ecuatoriana, entre estos el Banco Central del Ecuador, el principal órgano regulador fiscal y para los ciudadanos³³. Durante el Salvataje Bancario en el año de 1998, el estado nuevamente asume la falta de liquidez de los bancos, que representaba en ese entonces el 20% del PIB más de 4.000 millones de dólares. Luego de la crisis económica afrontada durante los años de 1998 – 1999 y fines del 2000, la situación económica comienza a mejorar.

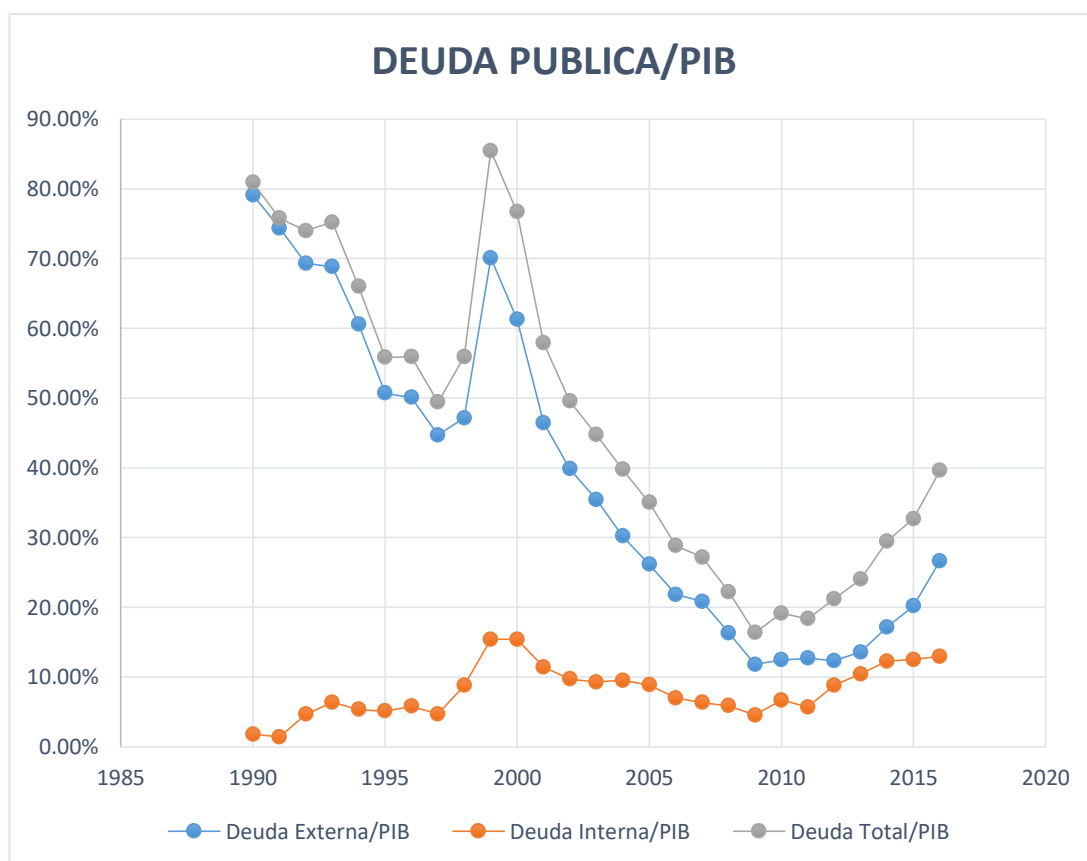
Entre otra de las principales políticas adoptadas con respecto a la deuda fue el Plan Brady, permitiendo que la deuda comercial disminuyera en un 42% en el año de 1995. Durante el año 2000 el gobierno en ese entonces el Dr. Gustavo Noboa, realizó el denominado canje de los Bonos Brady por Bonos Globales Ecuador, se asume que la reducción de la deuda externa comercial habría sido alrededor del 40%.

Durante el gobierno del Economista Rafael Correa Delgado, la deuda publica disminuye en el año 2009 por la compra de bonos 2012 y 2030, bajando de 10.109 millones de dólares a 7.503 millones de dólares, en relación al PIB se redujo de 22% a 14,6%. En el año 2013 entre los principales prestamistas para el Ecuador se encuentra China, Brasil y España, alcanzando niveles de 4.633,9 millones de dólares, 292.6 millones de dólares y 190.700.000 dólares, respectivamente.

³³ Mientras que los bancos pagaban intereses bajos, los ciudadanos pagaban por sus créditos un interés desde el 40% hasta el 60%.

En la actualidad Ecuador está a punto de alcanzar el tope máximo de acuerdo, al artículo 124 del Código Orgánico de Planificación y Finanzas Públicas que es el 40% con respecto al PIB. Pero el Gobierno ha utilizado como definición principal, “la deuda consolidada” la misma que excluye las obligaciones del Estado con organismos públicos, de acuerdo a esto el Gobierno tiene una deuda pública externa del 26,67% con respecto al PIB, a diferencia de la deuda pública total al cierre del año 2016 de 39,62% con respecto al PIB.

Ilustración 9. Evolución de la Deuda Pública / PIB 1990 - 2016



Fuente: Ministerio de Finanzas Públicas del Ecuador – Banco Central del Ecuador
Elaborado: Autores

Sostenibilidad de la Deuda Pública en el Ecuador

Para el Ecuador, la sostenibilidad de las finanzas públicas y en específico de la deuda pública, depende de ciertas disposiciones establecidas en el artículo 124 del Código Orgánico de Planificación y Finanzas Públicas, donde aclara que la deuda pública no debe sobrepasar el 40% del PIB, que concuerda con el artículo 289 de la constitución que dice: *“La contratación de deuda publica en todos los niveles del Estado se regirá por las directrices de la respectiva planificación y presupuesto, y será autorizada por un comité de deuda y financiamiento de acuerdo con la ley”*. Dada esta restricción el Estado sabrá o delimitará los niveles aceptables de endeudamiento, teniendo en cuenta la actual discusión de la medición de la deuda pública, en la llamada deuda consolidada, la cual no toma en consideración a la deuda del Estado contraída con entidades públicas, ya que se dice, que ese dinero no sale del país y no cambia de dueño, reduciendo así los niveles de deuda contraída por el Estado.

De esta manera, se analiza, la solvencia en los niveles de la deuda y su trayectoria, que tendría un perfil creciente en el tiempo, dados los diferentes escenarios, tanto positivos como negativos para el país, en donde se descubrirá los impactos económicos no presupuestados por el Gobierno, por la ocurrencia de sufrir eventos aleatorios como los desastres naturales, en la cual afectará en su mayoría a las finanzas públicas y por ende a un incremento del endeudamiento del país, que se necesitará para la recuperación de los sectores más afectados.

Preguntas de Investigación

Pregunta Principal

- ¿Existe riesgo de insostenibilidad fiscal, ante los impactos de desastres naturales según la trayectoria de la deuda pública/PIB en el Ecuador?

Pregunta Secundaria

- ¿Cuál es el nivel de variación del ratio de la deuda pública/PIB por desastres naturales, que generen un riesgo de insolvencia de finanzas públicas en el Ecuador?

- ¿Qué tipo de desastres naturales afectan de manera más nociva al ratio de la deuda pública/PIB del Ecuador?
- ¿Cómo varía el crecimiento económico, saldos fiscales, inflación y tasa de interés en la economía ecuatoriana en relación a los desastres naturales?

Hipótesis

Hipótesis Central

- Los desastres naturales de gran magnitud que generan daños mayores al 1% del PIB ocasionan riesgo de insostenibilidad fiscal dado el incremento en el ratio de la deuda pública/PIB.

Hipótesis Secundaria

- Los desastres naturales producen una variación de más del 2% del ratio de la deuda pública/PIB, generando riesgo de insostenibilidad fiscal en el Ecuador.
- Los desastres naturales más nocivos para la economía ecuatoriana son los terremotos considerados como los más devastadores para una economía y sociedad en general.
- Un desastre natural de gran magnitud disminuye el crecimiento económico, incrementa la tasa de interés, reducen los ingresos corrientes, aumenta la inversión pública y crece la inflación.

Metodología

El modelo a utilizar es de Vectores Autoregresivos con Variables Exógenas, los datos con respecto a las variables exógenas son similares a los aplicados por (Desfrancois, 2014), en el cual se encuentran: terremotos, sequías e inundaciones. Para las variables endógenas se va a utilizar datos como son: el crecimiento del PIB, la inflación, la deuda y el superávit.

Base de datos para desastres naturales

Si bien una de las mayores consecuencias al momento de realizar estudios acerca de los desastres naturales es la obtención de datos confiables para un análisis adecuado y que no presente sesgos al momento de estimarla, como

en algunos estudios realizados, se utiliza la base de datos desarrollada por el Centro de Investigación sobre la Epidemiología de Desastres, creada en 1973.

La base de datos contiene información como: ocurrencia y efecto de desastres desde el año de 1900, sean estos originados por fenómenos naturales, tecnológicos y por conflictos como las guerras. Este centro de recolección de datos trata de ampliar, estandarizar y validar datos sobre desastres naturales causantes de al menos 10 muertes o más de 100 afectados.

En la recolección de datos se toma la base del CRED para los eventos catastróficos ocurridos en el Ecuador, utilizando datos desde el año 1980 hasta 2016. En la base de datos se puede encontrar aspectos importantes como: el fenómeno ocurrido, el tipo de desastre, el número de personas que han fallecido, personas heridas, el número de personas afectadas y los daños económicos que han ocasionado estos eventos. Con respecto a este último es importante tomar en cuenta el criterio que se vaya a utilizar ya que es mucho más complicado estimarlos. La base de datos ha sido utilizada por varios organismos internacionales como son: CEPAL, HABITAT, El Banco Interamericano de Desarrollo (BID), Agencias de Naciones Unidas, Banco Mundial, El Fondo Monetario Internacional (FMI), entre otros.

Al momento de realizar la investigación acerca de la insostenibilidad fiscal, es importante tomar en cuenta que existen muchos problemas cuando se estiman medidas simples de las variables exógenas:

- 1.) Tendría que diferenciar el tipo de desastre que ocurre a lo largo de la historia, dado que los eventos no tienen el mismo impacto, sean estos económicos, sociales o humanos. Si se toma en valores agregados, sin diferenciarlo puede conducir a un sesgo en el resultado final de la investigación.
- 2.) Los impactos que se generan tienen diferentes grados de magnitud, por lo que es necesario identificarlos.
- 3.) La ocurrencia de desastres naturales en determinado tiempo no tienen el mismo impacto durante el periodo de año estudiado, por ejemplo si el desastre natural ocurre en el mes de enero tendrá consecuencias

durante todo el año, a diferencia de la ocurrencia del desastre en el mes de diciembre afectaría solamente el último mes del año. Dada una investigación anual Noy (2009) sugiere que se utilice una metodología, a través de un multiplicador como se lo describe a continuación:

$$\text{multiplicador} = \frac{12 - (m_{i,t} - 1)}{12} \quad (1)$$

Donde:

$m_{i,t}$ = mes de ocurrencia del desastre natural

Para este multiplicador en el caso de ocurrencia del desastre en el mes de diciembre se toma el valor de 1/12, ya que este impacto solo se ve afectado en el último mes del año dado un análisis anual.

Fomby (2013) propone una alternativa para corregir el problema de intensidad de los desastres naturales, el cual define dos umbrales que se detalla a continuación:

$$\text{desastre grande} = \left(1 \text{ si } \frac{\text{muertos} + \text{afectados}}{\text{Población Total}} > 0.01 \right) \quad (2)$$

$$\text{desastre pequeño} = \left(1 \text{ si } \frac{\text{muertos} + \text{afectados}}{\text{Población Total}} < 0.01 \right) \quad (3)$$

Entonces, al momento de calcular el ratio ponderado de cada uno de los desastres originados, si el resultado es superior a 1% quiere decir que el desastre es de gran magnitud. Para ello utilizaremos variables dummy considerando la magnitud del desastre.

Al momento de analizar los desastres se encontró que las sequías tienen un diferente análisis con respecto a la magnitud del desastre, porque ahora se toma en cuenta los daños económicos a diferencia de los anteriores cálculos, que tomaban en cuenta el número de personas afectadas, además de considerar un umbral respecto al PIB.

$$\text{sequia grande} = \left(1 \text{ si } \frac{\text{daño económico}}{\text{PIB}} > 0.01 \right) \quad (4)$$

$$\text{sequia pequeña} = \left(1 \text{ si } \frac{\text{daño económico}}{\text{PIB}} > 0.01 \right) \quad (5)$$

En conclusión los desastres naturales como los terremotos e inundaciones, donde existe pérdidas humanas, se utiliza el ratio de la población total, asumiendo que un evento catastrófico es de gran magnitud si supera el 1% de la población y para el caso de desastres naturales como las sequias y otros que no tengan muertes, sino solo daños económicos, se analiza si supera el 1% del PIB.

Para resolver el problema del impacto del desastre natural según el mes de ocurrencia, Desfrancois (2014) utiliza datos trimestrales, lo cual permite medir las consecuencias de los desastres naturales a corto y largo plazo, permitiendo así un análisis trimestral de los efectos ocasionados en las diferentes variables económicas que se incluye en la investigación.

Variables Económicas

Como se utilizará un modelo VAR-X, las variables endógenas comprenden a las variables económicas, en mayor proporción obtenidas del Banco Central del Ecuador, además de algunos organismos como el Banco Mundial, Ministerio de Finanzas Publicas del Ecuador, Instituto Nacional de Estadísticas y Censos entre otros. Las variables que se utilizaran se describen en la siguiente tabla:

Tabla 6. Variables Económicas

VARIABLE	DATOS	FUENTE
Crecimiento Económico	Producto Interno Bruto a precios constantes	BCE – Ministerio de Finanzas
Deuda Pública	Sector Público no Financiero	
	Deuda Externa	
	Deuda Interna	
Capacidad de Financiamiento	Superávit fiscal del sector público no financiero	
	Inversión Publica	
	Ingresos del Gobierno	

Tasa de Interés	Tasa de Interés de la deuda publica	
Inflación	Índice de Precios al Consumidor	

Elaboración: Autores

Es necesario recalcar que las variables que se van a utilizar se encontraran en una serie de tiempo trimestral para un mejor análisis a corto y largo plazo del impacto de los desastres naturales en las variables analizadas.

Estrategia Empírica

Lo shocks como desastres naturales traen consigo varios problemas en las finanzas públicas, en este caso se analiza la trayectoria en la deuda pública ante la presencia de estos. Como se ha señalado en la revisión de la literatura, el modelo más factible a utilizarlo en el Ecuador es un Modelo de Vectores Autoregresivos con variables exógenas VAR-X, aplicados por varios autores en otros países como es (Raddatz, 2007), (Fomby, Ikeda, & Loayza, 2013), (Acevedo, 2014) y el último estudio realizado en el Salvador por (Desfrancois, 2014).

Durante el proceso de análisis de resultados, se analizará el impacto de los desastres naturales en las diferentes variables macroeconómicas, y en la trayectoria de la deuda pública, aplicando simulaciones a futuro para los posibles escenarios de ocurrencia.

Modelo empírico

a.) Modelo General

Dada la ocurrencia aleatoria de los desastres naturales, los mismos que serán incluidos como variables exógenas en un modelo VAR-X. Como se explicó en el análisis de datos para las variables de ocurrencia, se define un coeficiente de magnitud, tomando en cuenta las variables dummy, 1 en el caso de que ocurra el desastre y 0 lo contrario.

Como es el caso de un modelo VAR-X (p,q), el mismo que tiene n variables endógenas (y_t) y exógenas (x_t). La forma estructural del modelo incluye rezagos (p) en las variables endógenas y (q) en las variables exógenas además supone que el modelo es estable y presenta ruido blanco $e_t \sim N(0, \Sigma)$,

se asume que las (x_t) no están correlacionadas con (e_t) para todos los rezagos y simulaciones.

$$y_t = \alpha_i + \beta_1 y_{i,t-1} + \dots + \beta_p y_{i,t-p} + \Phi_0 x_{i,t} + \dots + \Phi_q x_{i,t-q} + e_t \quad (6)$$

Luego, se obtiene la ecuación VAR-X a partir de las siguientes matrices de polinomios para los rezagos (**L**)

$$\beta(L) = \beta_1 L + \dots + \beta_p L^p \quad (7)$$

$$\Phi(L) = \Phi_0 + \dots + \Phi_q L^q \quad (8)$$

Reescribiendo el modelo VAR-X

$$y_t = \alpha_i + \beta(L)y_t + \Phi(L)x_t + e_t \quad (9)$$

Identificando las variables a utilizar con respecto al modelo VAR-X, que incluyen 5 variables endógenas (y_t) que influyen al ratio de la deuda pública y 4 variables exógenas (x_t) que corresponden a los desastres naturales, además, el PIB estadounidense como lo utiliza (Desfrancois, 2014), asumiendo, que la economía Ecuatoriana depende del dólar y las exportaciones e importaciones de este país, además del ingreso de remesas de migrantes ecuatorianos. De igual manera el PIB estadounidense se utiliza como un aproximado para determinar los shocks externos del crecimiento mundial. Luego se obtiene el vector (y_t) de (5x1) y el vector (x_t) (4x1), como se describen a continuación:

$$y_t = \begin{bmatrix} \text{Deficit Fiscal} \\ \text{Crecimiento Económico} \\ \text{Deuda Pública} \\ \text{Inflación} \\ \text{Tasa de Interés} \end{bmatrix} \quad x_t = \begin{bmatrix} \text{Terremoto} \\ \text{Inundación} \\ \text{Sequía} \\ \text{PIB EEUU} \end{bmatrix}$$

b.) Estimación del modelo

Para analizar la estimación del modelo VAR-X, en la cual una muestra de **T** observaciones, se la puede escribir de la siguiente manera:

$$\text{donde } Y = \begin{bmatrix} y'_1 \\ \vdots \\ y'_t \\ \vdots \\ y'_T \end{bmatrix}, \quad Z = \begin{bmatrix} 1 & y'_1 & \dots & y'_{1-p} & x'_1 & \dots & x'_{1-q} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & y'_{t-1} & \dots & y'_{t-p} & x'_t & \dots & x'_{t-q} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & y'_{T-1} & \dots & y'_{T-p} & x'_T & \dots & x'_{T-q} \end{bmatrix}, \quad E = \begin{bmatrix} e'_1 \\ \vdots \\ e'_t \\ \vdots \\ e'_T \end{bmatrix}$$

$$y \quad \Gamma = [v \quad \beta_1 \quad \dots \quad \beta_p \quad \Phi_0 \quad \dots \quad \Phi_q]$$

Utilizando la metodología VAR-X, es importante ya que nos permite identificar dos fuentes potenciales de riesgo:

- 1.) **Funciones impulso-respuesta:** respuestas de las variables endógenas a un cambio unitario sobre los shocks estructurales.
- 2.) **Análisis del multiplicador:** respuestas de las variables endógenas a un shock sobre las variables exógenas (desastres naturales).

CONTENIDO MÍNIMO

El presente artículo académico pretende analizar el riesgo de insostenibilidad fiscal en el Ecuador, al presentarse eventos exógenos, tales como los desastres naturales de gran magnitud, a partir de un coeficiente catastral para la categorización de estos eventos. Se realizará una simulación de la trayectoria de la deuda pública, mediante el uso del modelo econométrico de Vectores Autoregresivos con variables exógenas VAR-X, el cual permitirá simular escenarios negativos o positivos en el ratio de la deuda pública / PIB en el Ecuador, dado la ocurrencia de estos eventos de desastres naturales, además permitirá simulaciones en las variables de inflación, tasa de interés, crecimiento económico e inversión pública, las cuales permitirán el análisis del impacto de estos eventos exógenos en la economía del Ecuador.

Bibliografía

- Acevedo, S. (2014). Debt, Growth and Natural Disasters: A Caribbean Trilogy. *Workin Paper N° 14/125, International Monetary Fund*.
- Acosta, A. (1994). *La Deuda Extrna*. Quito: Libresa.
- Albala-Bertrand, J. (1993). *Political Economy of Large Natural Disasters: With Special Reference to Developing Countries*. Oxford, United Kingdom: Claredon Press.
- Anbarci, N., Escaleras, M., & Register, C. (2005). Earthquake fatalities: the interaction of nature and political economy. *Journal of Public Economics*, 89(9).
- Artus, P. (1996). *Austerité budgétaire, crédibilité et comportement de* (Vol. 68). Economie Internationale.
- Astorga, A. (2002). La sostenibilidad de la deuda pública: el caso del Ecuador. *Cuestiones Economicas Banco Central del Ecuador*, 18(3).
- Barro, R. (1990). Government Spending in a Simple Model of Endogeneous Growth. *The Journal of Political Economy* Vol.98, pp. 103-125.
- Barro, R. (2006). Rare disasters and asset markets in the twentieth century. *The Quarterly Journal of Economics* 121, pp. 823-866.
- Calderón, J., Gavarrete, O., & Guzman, R. (2013). *La prevención y manejo de desastres naturales ambientales que afectan el medio ambiente, el patrimonio y la vida de los salvadoreños*. San Salvador: Universidad de el Salvador.
- Carrasco Vintimilla, A., Pozo Rodríguez, S., Palacios Riquetti, J., & Beltrán Romero, P. (2014). *Historia Macroeconómica del Ecuador: 1950 - 2012*. Cuenca: Talleres Graficos de la Universidad de Cuenca.
- Cashin, P., & Sosa, S. (2009). Macroeconomics Fluctuations in the Caribbean: the Role of Climatic and External Shocks. *Journal of International & Economic Development*.
- CEPAL. (2013). *Manual para la Evaluación de Desastres* . Santiago de Chile: Naciones Unidas.
- Croce, E., & Ramón, H. (2003). Sostenibilidad Fiscal: Un Análisis Comparativo. *Fondo Monetario Internacional*.
- Desfrancois, P. (2014). Desastres Naturales y Desastres Fiscales, La Naturaleza como Factor de Insostenibilidad Fiscal: Evidencia de El Salvador. *Instituto de Economia Pontificia Universidad Catolica de Chile*.

- Destinobles, A. G. (2007). *Introducción a los modelos de crecimiento económico exógeno y endógeno*. Edición electrónica gratuita .
- Ecuador, A. N. (2008). *Constitución del Ecuador* (20 ed.).
- Egas, R. (2003). *Centro de Información Sobre Desastres y Salud*. Obtenido de Centro de Información Sobre Desastres y Salud: www.desastres.hn
- Emergencias, D. o. (s.f.). Obtenido de http://www.paho.org/disasters/index.php?option=com_content&view=article&id=1024%3Agestion-de-riesgo-ecuador&catid=842%3Ahealth-profile-ecuador&Itemid=789&lang=en
- Fomby, T., Ikeda, Y., & Loayza, N. (2013). The Growth Aftermath of Natural Disasters. *Journal of Applied Econometrics*, Vol 28 (3), pp. 412 - 434.
- Hochrainer, S. (2009). Assessing the Macroeconomic Impacts of Natural Disasters. *Policy Research Working Paper N°4968*.
- Lindell, M., & Prater, C. (2003). *Assessing Community Impacts of Natural Disasters* (Vol. 4). Natural hazards review.
- Loayza, N., Olaberría, E., Rigolini, J., & Christiaensen, L. (2009). Natural Disasters and Growth - Going beyond the Averages. *Policy Research Working Paper N° 4980*.
- Ministerio de Coordinación de la Política, & Gobiernos Autónomos Descentralizados. (2011). *Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización*. Quito : V&M Gráficas.
- Naranjo, M. (2005). Dos décadas perdidas: los ochenta y los noventa. *Cuestiones Económicas*, 20(1:3).
- Noji, E. (2000). *Impacto de los Desastres Naturales en la Salud Pública*. Bogotá: Organización Panamericana de la Salud.
- Noy, I. (2009). The Macroeconomic consequences of disasters. *Journal Development Economics* 88(2), pp. 221 - 231.
- Noy, I., & Nualsri, A. (2011). Fiscal storm: public spending and revenues in the aftermath of natural disasters. *Environment and Development Economics* N° 16, pp. 113 - 128.
- Ocampo, S., & Rodriguez, N. (2012). An introductory review of a structural VARX estimation and applications. *Revista Colombiana de Estadística*, pp. 479 - 509.
- OECD. (2003). *Emerging risks in the 21st century - An agenda for action Risk assessment*. (Vol. 4). Organisation for Economic Cooperation and Development, Environment & Sustainable Development.

- Raddatz, C. (2007). Are External Shocks Responsible for the Instability of Output in Low-Income Countries? *Journal of Development Economics* 84(1), pp. 155-187.
- Raddatz, C. (2009). The Wrath of God: Macroeconomic Cost of Natural Disasters . *Policy Research Working Paper* .
- Ramos, H. (2 de Junio de 2013). Las Dictaduras del 70 moldearon la economía petrolera. *Diario el Telegrafo*.
- Rasmussen, T. (2004). Macroeconomic Implications of Natural Disasters in the Caribbean. *Working Paper N° 04/224, International Monetary Fund*.
- Schumpeter, J. (1942). Creative destruction. *Capitalism, socialism and democracy*, pp. 82-85.
- Skidmore, M., & Toya, H. (2002). Do Natural Disasters Promote Long-Run Growth? *Economic Inquiry*, pp. 664-687.
- Smith, S., & McCarty, C. (1996). *Demographic effects of natural disasters: a case study of hurricane Andrew* (Vol. 33).
- Solow, R. (1957). Technical Change and the Aggregate Production Function. *Review of Economics and Statistics* Vol. 39, pp. 312-320.
- Strobl, E. (2008). The Economic Growth Impact of Hurricanes: Evidence from U.S. Coastal Countries. *IZA Discussion Paper N° 3619, Bonn, Germany*.
- Taylor, L., & Vos, R. (2003). *Liberalización de la Balanza de Pagos en América Latina: Efectos sobre el Crecimiento, la Distribución y la Pobreza*. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.

ANEXOS

ANEXO 1. Políticas de ajuste, aplicada en los años 80's por los gobiernos.

AÑO	PRESIDENTE	POLITICA
1982	Osvaldo Hurtado	Devaluación de la Moneda de 25 a 33 sucres por dólar
1983	Osvaldo Hurtado	Devaluación del 27% y cambio de régimen por minidevaluaciones
1984	León Febres Cordero	Se suspenden las minidevaluaciones y se retorna a un tipo de cambio fijo
1986	León Febres Cordero	Flotación del dólar para transacciones del sector privado y un cambio fijo para el sector publico
1988	León Febres Cordero	Restablece un tipo de cambio fijo
Agosto 1988	Rodrigo Borja	Regresa a minidevaluaciones.

Fuente: Historia Macroeconómica del Ecuador: 1950 - 2012

Elaborado: Autores

ANEXO 2. Desastres Naturales ocurridos en el Ecuador periodo 1980-2016

Tipo de desastre	Año	Ocurrencia	Muertos	Heridos	Afectados	Sin Hogar	Total afectado	Daño Total \$
Terremoto	1980	1	8	40			40	
Inundación	1982	1	307		700000		700000	232100
Inundación	1983	1			200000		200000	
Terremoto	1987	2	5002	6		150000	150006	1500000
Inundación	1987	1			10000		10000	
Inundación	1989	1	35		30000		30000	15000
Terremoto	1990	1	4	10	6500		6510	
Inundación	1992	1	22		125000	80000	205000	20000
Terremoto	1995	2	3	90	200	600	890	
Terremoto	1996	1	27	180	15000	15525	30705	7000
Sequía	1997	1			34000		34000	
Inundación	1997	2	245	91	46907	2009	49007	271000
Terremoto	1998	1	3	40	1250	750	2040	
Inundación	2000	1	34	32			32	
Inundación	2001	2	58	30	9500		9530	
Inundación	2002	2	31	6	51600	3027	54633	16000
Inundación	2003	1			7905		7905	



Inundación	2006	1	16		57670		57670	2800
Inundación	2008	1	41		275000	14122	289122	1000000
Sequía	2009	1			107500		107500	1700
Inundación	2009	1	3	2	11805		11807	
Inundación	2010	2	14		6440	500	6940	
Inundación	2011	1			3600		3600	
Inundación	2012	1	29	70	71790		71860	
Sequía	2013	1			3165		3165	
Inundación	2013	1			25567		25567	
Terremoto	2014	1	3	18			18	
Inundación	2015	1	12		1185		1185	
Terremoto	2016	2	677	230087	1000060		1230147	3300000
Inundación	2016	2	9		33955		33955	10000
TOTAL		38	6583	230702	2835599	266533	3332834	6375600